



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

**“CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 10 VARIEDADES DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y SU RELACIÓN CON EL
RENDIMIENTO, BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN LA COSTA CENTRAL”**

Tesis para optar al Título Profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

Presentado por:
THALIA ANGELA SALAZAR SUÁREZ

Asesor:
Elsa Valladares de López

Lima – Perú
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 15 de octubre de 2018

Los integrantes del Jurado de Tesis:

Presidente: Dra. Gladys Liliana Lino Villanueva
Miembro: Mg. Sc. Ing. Javier Francisco Alvarado Llerena
Miembro: Mg. Sc. Santiago Hilarion Pastor Soplín

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 10 VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO, BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN LA COSTA CENTRAL”

Presentada por la Bachiller:

- **THALIA ANGELA SALAZAR SUAREZ**

Para optar al Título Profesional de **Ingeniera Agroforestal**.

Asesorada por:

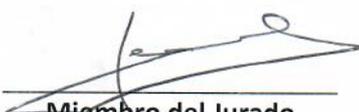
- **Mg. Sc. Elsa Elena Valladares Acero de López**

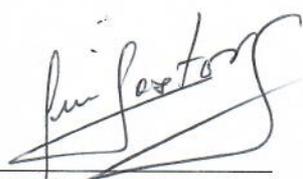
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la estudiante en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

THALIA ANGELA SALAZAR SUAREZ			Nota (escrito): <i>diecisiete</i>
Aprobado (<input type="checkbox"/>)	Aprobado - Muy buena (<input checked="" type="checkbox"/>)	Aprobado - Sobresaliente (<input type="checkbox"/>)	Desaprobado (<input type="checkbox"/>)

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado
 Dra. Gladys Liliana Lino Villanueva


Miembro del Jurado
 Mg. Sc. Ing. Javier Francisco Alvarado Llerena


Miembro del Jurado
 Mg. Sc. Santiago Hilarion Pastor Soplín


Asesor
 Mg. Sc. Elsa Elena Valladares Acero de López

Resumen

El conocimiento sobre el cultivo de la quinua en diferentes zonas agroecológicas puede ayudar a mejorar los planes de manejo de producción y de plagas y enfermedades. Se considera de suma importancia ya que años atrás el Perú tuvo experiencias sobre un mal manejo específicamente en la costa.

Esta investigación se llevó a cabo en el distrito de La Molina, Lima, Costa Central del Perú. Se evaluaron 10 variedades de quinua de diferentes orígenes. Estas variedades fueron: INIA – 415, Quillahuamán, Chucuito, Salcedo INIA, INIA – 427, INIA – 431, INIA – 420, Ayacuchana, Illpa INIA e INIA – 433, con el objetivo de tener información sobre su rendimiento en la costa central y su comportamiento en función a estas variables que se midieron a lo largo de la producción: altura de planta, longitud de panoja, ancho de panoja, rendimiento de biomasa, peso de mil granos, peso de panoja, índice de cosecha y rendimiento. Así mismo, se evaluó la fenología de todas las variedades: días emergencia, días a dos hojas verdaderas, días a seis hojas verdaderas, ramificación botón floral, floración, grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica y cosecha; también la incidencia de plagas y enfermedades: mildiú, chupadera fungosa, mosca minadora y aves. Las evaluaciones se realizaron desde junio del 2016 hasta marzo del 2017. Se utilizaron cintas métricas, cámaras fotográficas, libretas y lapiceros para realizar las evaluaciones directas.

Con los datos recolectados se desarrolló el análisis de varianza y de Tukey, así mismo se hizo una regresión lineal. Para la incidencia de enfermedades y plagas, se utilizaron diversas tablas de severidad según la plaga o enfermedad.

Se encontró que ninguna de las variables supera en rendimiento promedio nacional costero de 2 toneladas por hectárea, teniendo la variedad Quillahuamán más cercana con 1.81 toneladas por hectárea, seguido de la variedad INIA – 431 con 1.36 toneladas por hectárea.

Palabras clave: quinua, costa central, rendimiento, fenología

Abstract

Knowledge about the cultivation of quinoa in different agro-ecological zones can help to improve the management plans of production and pests and diseases. It is considered of utmost importance since years ago Peru had experiences about bad management specifically on the coast. This investigation was carried out in the district of La Molina, Lima, Central Coast of Peru. Ten varieties of quinoa from different origins were evaluated. These varieties were: INIA - 415, Quillahuamán, Chucuito, Salcedo INIA, INIA - 427, INIA - 431, INIA - 420, Ayacuchana, Illpa INIA and INIA - 433, with the aim of having information about their performance on the central coast and its behavior according to these variables that were measured throughout the production: plant height, panicle length, panicle width, biomass yield, thousand grain weight, panicle weight, harvest index and yield. Likewise, the phenology of all varieties was evaluated: emergence days, days with two true leaves, days with six true leaves, floral bud branch, flowering, milky grain, pasty grain, physiological maturity and harvest; also the incidence of pests and diseases: mildew, fungus chupadera, fly miner and birds. The evaluations were conducted from June 2016 to March 2017. Metric tapes, cameras, notebooks and pens were used to carry out direct evaluations.

With the collected data the analysis of variance and Tukey was developed, likewise a linear regression was made. For the incidence of diseases and pests, several severity tables were used according to the plague or disease.

It was found that none of the variables exceeds the national coastal average yield of 2 tons per hectare, with the Quillahuamán variety closest to 1.81 tons per hectare, followed by the INIA - 431 variety with 1.36 tons per hectare.

Keywords: quinoa, central coast, yield, phenology

I. Planteamiento del problema

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) fue el cultivo principal de las culturas precolombinas en América Latina y un alimento importante para la cultura Inca, las que tienen una antigüedad de 5000 años. La quinua es considerada un pseudocereal, tiene una excelente calidad alimenticia y nutricional, por lo que ha cobrado un gran interés en los últimos años (James, 2009).

La gran demanda permitió la mejora de sus precios dando un considerable incentivo para sembrar quinua en el Perú, particularmente en algunas regiones de la costa donde normalmente no se produce, como Arequipa, Lambayeque, La Libertad, Tacna, Lima e Ica. De la misma forma, se amplió su producción a regiones de la sierra como Ayacucho, Junín y Huánuco. Hasta el 2012, la producción de quinua proveniente de la sierra representaba el 96 %, la que cayó a 89 % en el 2013 debido al incremento del área en la costa, principalmente en Arequipa y La Libertad. Esto generó un incremento total en la producción en el Perú (Romero, 2017).

En el periodo de crecimiento productivo de la quinua aparecieron algunos problemas debido a la falta de un plan de manejo adecuado para el control de plagas y enfermedades. El control a base de sustancias químicas generó una alta tasa de residuos tóxicos en la quinua exportada a los Estados Unidos (Gómez, 2015). En el año 2014 y 2015 el elevado residuo de plaguicidas encontrado en la quinua provocó el rechazo de contenedores en Estados Unidos, aparentemente provenientes de la costa de Arequipa, La Libertad, Lambayeque y Piura (Apaza, 2015).

Entre el 2008 – 2012, la exportación de quinua a los Estados Unidos representaba el 62 % de la producción total. A partir del año 2014 hubo una caída en las exportaciones, y la exportación a los Estados Unidos llegó a representar solamente 31.2 % en el 2016 (Romero, 2017). Para evitar el uso excesivo de plaguicidas y que éste no afecte su exportación, es necesario conocer el comportamiento de las variedades de quinua en relación a las características del ambiente y ecosistema en donde se pretende desarrollar programas productivos, como los que se han implementado en la costa peruana.

Las variedades del cultivo de quinua: INIA 431 – Altiplano, INIA - 420 Negra Collana, INIA – 415 Pasankalla, Salcedo INIA y Blanca Junín son cultivadas en la sierra como en la costa peruana (FAO & INIA, 2013). Sin embargo, para mejorar la producción de quinua es importante implementar un sistema de manejo integrado del cultivo, en donde se pueden tomar decisiones sobre prevención y control de plagas y enfermedades que surgen en la costa. También es importante considerar el límite máximo permisible de residuos de plaguicidas, sistemas de manejo aplicados a producción orgánica, considerar las características de la fenología, la variedad, necesidad de nutrientes, condiciones de riego, podas, entre otros.

En la actualidad los Estados Unidos cuenta con una lista de límites máximos permisibles para plaguicidas en quinua, específicamente en relación con bromuro de metilo, dicloruros, fluoruro, fosfina y fluoruro de sulfuro (Global MRL Database, 2018).

El promedio en precio FOB exportado en el año 2017 fue USD \$ 9, 383 511, teniendo un crecimiento de 10 % con respecto al año 2016. Las exportaciones peruanas en agosto del 2017 fueron dirigidas principalmente a Estados Unidos (35 %), seguido de Canadá (8 %), Holanda (7 %), Italia (7 %) y Francia (4 %) (Agrodataperu, 2017).

La presente investigación se refiere al estudio del cultivo de 10 variedades de quinua sembradas en La Molina, Lima, y los resultados ayudan a aclarar el panorama de la producción de quinua en la costa, independiente de la modalidad de producción (monocultivo, policultivo, agroforestería, producción orgánica, etc). Además, servirán para plantear un programa de producción de quinua en función a las variedades, a los factores abióticos y agronómicos.

El proyecto se planteó como pregunta de investigación: ¿Qué variedades de quinua tienen un buen performance en la costa central del Perú? con el objetivo de determinar los caracteres agromorfológicos que están directamente relacionados con el rendimiento de 10 variedades de quinua en condiciones de costa central del Perú.

II. Marco teórico

2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según Mujica (1983) la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) está ubicada dentro de la sección Chenopodia y tiene la siguiente posición taxonómica:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Angiospermas

Familia: Chenopodiáceas

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Sub sección: Cellulata

Especie: quinua

La quinua es una planta herbácea de amplia dispersión geográfica, que presenta características variadas en la morfología, coloración y comportamiento en las diferentes zonas agroecológicas donde esta puede ser cultivada.

La raíz de la quinua es de tipo pivotante, tiene una raíz principal vigorosa y un gran número de raíces laterales. El desarrollo y crecimiento estará determinado por el genotipo, el suelo, nutrición, humedad y otros factores. La profundidad de la raíz tiene relación con la altura de la planta (Pacheco & Morlon, 1978). La quinua posee una capacidad para estar sometida a estrés hídrico, ya que tiene un bajo requerimiento de agua, siendo apta para regiones áridas o semiáridas, donde no hay riego o se depende de una precipitación estacional (Bhargava et al., 2006).

El tallo principal puede ser ramificado o no, depende de la raza, ecotipo, densidad de siembra y las condiciones en que se cultivan (FAO, 2011). La característica de ramificación es más frecuente en las razas cultivadas en los valles interandinos de Perú, Ecuador y Bolivia, en cambio la ramificación es simple y se observa más frecuentemente, en las razas del altiplano y los Salares (Mujica et al., 2010).

La hoja está formada por el peciolo y la lámina. Los peciolos son largos, finos y acanalados. Las hojas de las diferentes variedades son características y de gran valor taxonómico. La lámina de las hojas jóvenes normalmente está cubierta de papilas, estas pueden ser esferoidales o globosas, blancas, púrpuras o rojas. Las hojas pueden ser aserradas o no, según la variedad (IICA & CATIE, 1979).

La inflorescencia se denomina panícula o panoja por tener un eje principal desarrollado de cual se originan ejes secundarios. El color de las inflorescencias cambia según las variedades. Dependiendo de la forma pueden ser

amarantiforme, glomerulada o laxa. La longitud de la panoja es entre 15 – 70 cm (Bhargava et al., 2006). Las flores de la quinua son incompletas, es decir carecen de pétalos, así mismo, son hermafroditas y algunas son unisexuales. Éstas se agrupan a lo largo del eje principal o del eje secundario (Garandillas, 1989). La quinua es una especie autógena, pero a la vez puede presentar polinización cruzada, lo cual es determinado por autocompatibilidad y andro-esterilidad. Esto indica que tiene un sistema de polinización versátil (Alfaro, 2016)

El fruto es un aquenio, es decir, un fruto seco que contiene una sola semilla y está cubierto por el perigonio y se desprende al frotarlo cuando está seco (IICA & CATIE, 1979). A su vez el fruto está envuelto por un episperma casi adherido y tiene cuatro capas: la primera, determina el color de la semilla y es de característica rugosa; la segunda, difiere de la primera y se observa cuando la primera capa es translúcida; la tercera, es una membrana delgada de color amarillo opaco y la cuarta, es translúcida y cubre al embrión (Ecograins Cultivos Andinos con Alto Valor Nutritivo, 2014).

2.2 FENOLOGÍA

La fenología consta de cinco etapas, algunas de ellas se subdividen o diferencian por características específicas.

- Emergencia: La primera fase fenológica de la quinua comienza por la emergencia del embrión a la superficie del suelo, pudiendo cambiar de acuerdo a la variedad (Espíndola, 1994). Esta etapa ocurre 5 – 6 días después de la siembra y es considerada la más susceptible, ya que es propensa a ser comida por aves debido a su gran contenido protéico (Mujica et al., 2014). Dependiendo de una buena o mala germinación decidirá un cultivo con una alta o baja densidad de plantas, esto a su vez determinará el rendimiento de grano por unidad de superficie (Rodríguez, 2005).

- Dos hojas verdaderas: Aparecen dos hojas extendidas de forma romboidal y con nervaduras. Esta etapa se por finalizada con el completo desarrollo de las dos primeras hojas basales y el comienzo de formación de las primeras hojas alternas (Mujica et al., 2014). Esta etapa es comprendida entre 11 y 13 después de la siembra (Rodríguez, 2005).

- Cuatro hojas verdaderas: En esta etapa se encuentran cuatro hojas verdaderas, teniendo aún las hojas cotiledonales de color verde (Minagri & Senamhi, 2013). Ocurre 25 – 30 días después de la siembra, en esta etapa la planta presenta una resistencia al frío y sequía, así como también ha extendido sus raíces (Mujica et al., 2014).

- Seis hojas verdaderas: En etapa se observa tres pares de hojas verdaderas, cambiado a color amarillo y de textura flácida. Esta fase ocurre entre los 35 – 45 días después de la siembra (Mendoza, 2013)

- Ramificación: Esta etapa se desarrolla a los 45 – 50 días después de la siembra (Mendoza, 2013). Según (FAO & UNALM, 2016) esta fase inicia con cinco pares de hojas verdaderas teniendo un cruce con desarrollo vegetativo y de botón floral. Por otro lado, Mujica et al (2014) explican que existe la presencia de ocho hojas verdaderas extendidas, así como el desarrollo de las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo.
- Botón floral: Esta fase se observa una estructura compacta protegida por hojas en el ápice de la planta, (FAO & UNALM, 2016). Esto ocurre 55 – 60 días después de la siembra, se produce un fuerte alargamiento del tallo y engrosamiento (Mendoza, 2013).
- Floración: Se abren las primeras flores en el ápice de la planta (Minagri & Senamhi, 2013). Se observa hasta un 5 % de flores abiertas en el medio día, dándose entre los 90 – 100 días después de la siembra (Agrobanco, 2012). Según Apaza (2008) el tiempo de floración varía en función de las condiciones ambientales, pero generalmente dura de 15 a 20 días desde la primera hasta la última flora de las panojas.
- Grano lechoso: Fase en la cual al presionar los frutos presenta consistencia pastosa de color blanco (Mendoza, 2013). Según Apaza (2008), esta etapa es el principio de acumulación de fotosintatos, el cual es un incremento de actividad fotosintética de las hojas y tallos verdes. En esta fase es perjudicial

el déficit de agua para la producción. Ocurre entre los 100 – 130 días (Mujica et al., 2014).

- Grano pastoso: En esta etapa, el tejido perispérmico sufre un cambio de textura de lechoso a un estado más pastoso o semisólido, debido a un aumento del contenido de almidón, reduciéndose el contenido de agua (Rodríguez, 2005). Según FAO & UNALM (2016), en esta fase la planta alcanza la madurez fisiológica. Los frutos secos con humedad aproximada de 20 % puede ser partido con la uña y los granos con 12 – 14 % requiere ser partidos con los dientes. Esta etapa se da entre los 83 – 190 días.
- Madurez fisiológica: Esta etapa ocurre aproximadamente entre 160 – 180 días con una presencia de cambio de color en la planta (Agrobanco, 2012). De la misma forma, Rodríguez (2005) explica que las plantas muestran hojas verde amarillentas y defoliación en forma gradual.
- Madurez de cosecha: En esta etapa, los granos sobresalen del perigonio, dando apariencia de estar listos para desprenderse (Mujica et al., 2014)

2.3 VARIEDADES DE QUINUA LIBERADAS POR EL INIA

Las variedades que han sido liberadas por el INIA progresivamente son:

Quillahuamán INIA, es originaria del valle del Vilcanota (Cusco) y fue liberada en 1991. Se destaca por su amplia adaptación a diversos pisos agroecológicos, los cuales van desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm. Tiene un rendimiento potencial en campo de agricultores alcanzando los 3,500 kg/ha. El grano de esta variedad es de tamaño mediano, color blanco crema y con bajo contenido de saponina (INIA, 2014).

La variedad Salcedo INIA fue liberada en 1995, es una quinua de grano blanco, grande y dulce, con bajo contenido de saponina de (0.014 %) y contenido de proteínas de 14.5 %. Tiene un periodo vegetativo precoz de 150 días y un rendimiento comercial de 2.5 t/ha. Esta variedad tiene tolerancia a mildiú y resistencia a heladas y sequías. Es requerida por la agroindustria y mercado exterior. Se adapta a altiplanos, valles interandinos y costa (INIA, 2013a).

Illpa INIA fue obtenida en 1997 y por el cruce de las variedades Sajama x Blanca de Juli. Esta variedad se caracteriza por su grano de color blanco, tamaño grande, con mínimo contenido de saponina (0.02 %), por lo que es considerada una quinua dulce y contenido de proteína de 16.14 %. En campo alcanza un promedio de 3,100 kg/ha y tolerancia a Mildiú y heladas (INIA, 2013b).

La variedad INIA 415 – Pasankalla fue obtenida en el año 2006. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del Altiplano, entre los 3815 y 3900 msnm. Tiene grano de color vino oscuro, dulce (0.001 % de saponina), con 17.4 % de proteínas y de muy buena calidad para el procesamiento industrial,

alcanza un rendimiento potencial de 4.5 t/ha. Se adapta en valles interandinos y costa (INIA, 2006).

INIA 420 – Negra collana, fue liberada en el año 2008, su grano es de color negro y dulce (contenido de saponina 0.015 %), con extraordinarias cualidades nutraceuticas que la hacen importante para el consumo humano. Posee un alto valor proteico (17.85 %), además es rica en aminoácidos esenciales. Tiene buen potencial de rendimiento en campo de agricultores, tolerante a bajas temperaturas y a enfermedades (INIA, 2013c). INIA 427 – Amarilla Sacaca, de grano amarillo anaranjado y tamaño grande, con alto contenido de saponina y con 14.83 % de proteína. Esta variedad liberada en el año 2011 destaca por su alto rendimiento de hasta 3,500 kg/ha, superior al de las variedades comerciales cultivadas en la región Cusco, además por su tolerancia a mildiú (INIA, 2011).

INIA 431 – Altiplano, fue liberada en el año 2013, es una quinua de grano grande, blanco y dulce, con contenido de saponina de 0.03 % y mayor contenido de proteína (16.9 %). Esta variedad tiene buen potencial de rendimiento en campo de agricultores, tolerancia a enfermedades, así como a sequía. Es requerida por la agroindustria y mercado exterior (INIA, 2013d).

INIA 433 – Santa Ana, es una variedad liberada en el año 2013, se caracteriza por su grano de color blanco cremoso, de tamaño grande y bajo contenido de saponina. Tiene buen potencial de rendimiento, hasta 3.5 t/ha y es tolerante a

la mancha ojival del tallo (*Phoma* sp.). Se recomienda su cultivo desde los 2800 a 3700 m.s.n.m. (INIA, 2013e).

Chucuito y Amarilla Ayacuchana, son líneas avanzadas del INIA, originaria de Cusco y Ayacucho respectivamente, de las cuales aún no existen información.

2.4 VARIABILIDAD GENÉTICA

Según FAO (2011), la sub región Andina es considerada como uno de los ocho centros de origen y de diversidad de los cultivos. Existe la mayor diversidad genética tanto silvestre como cultivada. Los principales países son Ecuador, Perú y Bolivia. De acuerdo a la variabilidad genética, se agrupó a la quinua en cinco grupos donde sobresalen sus características de adaptación, morfológicas de notable heredabilidad, de fácil detección y con capacidad de mantenerse. Lescano (1989) y Tapia (1990) describen cinco grupos de quinua:

1. Quinuas del nivel del mar

Son aquellas que se cultivan al sur de Chile, son plantas más o menos robustas, de 1.0 a 1.4 m de altura, de crecimiento ramificado y producen granos de color crema transparente. Están más adaptadas a climas

húmedos y con temperaturas más regulares. Los ecotipos sobresalientes son: Quechuco de Cautin, Picharan de Maule, Baer, Litu, etc.

2. Quinuas de valles interandinos

Se adaptan entre los 2500 a 3500 m.s.n.m., se cultivan en el norte y centro del Perú. Se caracterizan por su gran desarrollo en altura de más de 2.5 m, muchas ramificaciones y resistencia al mildiú (*Peronospora farinosa*). La mayoría tiene periodos vegetativos mayores a 220 días. Existen variedades características como la Blanca y Rosada de Junín, Amarilla de Maranganí, Dulce de Quitopampa (Colombia), Dulce de Laso (Ecuador), Nariño, etc.

3. Quinuas del altiplano

Son cultivos puros o únicos en áreas mayores, los cuales se cultivan entre 3600 a 3800 m.s.n.m. que corresponde a la zona del altiplano peruano – boliviano. Algunas son precoces (130 – 140 días) y otras tardías de 210 días. Son resistentes a las heladas, al mildiú (*Peronospora farinosa*) y al ataque de insectos. Entre las variedades características se mencionan: quinuas precoces (Illpa-INIA y Salcedo INIA); semi-tardías: (Blanca de Juli) y tardías (Kancolla, Chewecca, Tahuaco, Amarilla de Marangani).

4. Quinuas de salares

Son las que crecen en las zonas de los salares de sur de altiplano boliviano, siendo la zona más seca con 300 mm de precipitación. La

variedad Real Boliviana, de semillas grandes (2.3 mm de diámetro), es la más conocida de la zona. La quinua Samaja es la variedad comercial más conocida y es caracterizada por tener granos dulces y de buen tamaño, teniendo un periodo vegetativo entre 154 – 170 días. Otras variedades son Ratuqui y Rabura, Kellu, Michka, etc.

5. Quinuas de los yungas

Grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de los Yungas de Bolivia a alturas de 1500 – 2000 m.s.n.m. Alcanzan alturas de hasta 2,20 m, en la floración tienen una coloración verde oscura y en la madurez cambian a naranja. Son adecuadas a niveles altos de precipitación y calor.

En el Perú se cultivan las quinuas de las variedades del valle y del altiplano: Amarilla Maranganí, Kancolla, Blanca de Juli, Cheweca, Witulla, Salcedo-INIA, Iplla-INIA, Quillahuaman-INIA, Camacani I, Camacani II, Huariponcho, Chullpi, Roja de Coporaque, Ayacuchana-INIA, Huancayo, Hualhuas, Mantaro, Huacataz, Huacariz, Rosada de Yanamango, Namora, Tahuaco, Yocará, Wilacayuni, Pacus, Rosada de Junín, Blanca de Junín, Acostambo y Blanca Ayacuchana (Mujica, 1992; Mujica et al., 2004).

2.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Según Cruces y Callohuari (2016), la quinua es atacada por diversos patógenos (mildiú, moho, chupadera fungosa), además de gusano cortador, mosca minadora y aves.

Mildiú de la quinua (*Peronospora variabilis*)

Los síntomas aparecen como manchas amarillentas, rojizas, pardas o anaranjadas dependiendo del color de la planta, estas manchas se presentan de forma irregular. El ambiente óptimo para el desarrollo de esta enfermedad es gran cantidad de humedad, nubosidad y precipitación continua. También puede presentar antes de emerger, pudriendo la radícula y evitando el desarrollo de la plántula. Así mismo, León et. al (2018), indica que el mildiu puede ocasionar la reducción del rendimiento de 33 a 58%, inclusive en los cultivares más resistentes y hasta un 99% en los cultivares susceptibles.

Chupadera fungosa (*Pythium sp.*, *Fusarium sp.* *Rhizoctonia solani*)

Esta enfermedad se presenta en la fase de emergencia con un estrangulamiento en el tallo de las plántulas a nivel de suelo, el cuál ocasiona la falta de circulación de nutriente y agua, produciendo una caída masiva de las plántulas.

Moho verde (*Cladosporium* sp.)

Los síntomas aparecen como manchas verdes en las hojas basales como una esporulación felposa que cubre la hoja, terminando por tornarla amarillenta y ésta se desprende de la planta. Es un patógeno secundario ya que se aloja generalmente en manchas necróticas que ocasiona el mildiu. Puede aparecer desde la germinación hasta el panojamiento.

Gusano cortador (*Agrotis ípsilon*, Lep.: Noctuidae)

La larva en su máximo desarrollo mide de 40 a 50 mm de longitud. La coloración que tiene es de marrón grisáceo, cabeza y tórax de color café oscuro. Estas larvas en sus primeros estadios se alimentan de las hojas inferiores de la planta de la quinua, las larvas más grandes pueden llegar a cortar la base de la planta. El medio favorable para la aparición de este gusano es la presencia de maleza, falta de riego y rotación de cultivo.

Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*, *L. braziliensis*, Dip.: Agromyzidae)

Los adultos son de actividad diurna y las hembras realizan picaduras, colocan sus huevos y se alimentan de la savia emanada. Las hojas llegan a perder capacidad fotosintética y se caen.

Aves

Las aves que son consideradas plagas en este cultivo son: *Patagioenas maculosa*, *Zenaida auriculata*, *Z. meloda*, *Metriopelia melanoptera* y *M. ceciliae*, *Sporagra atrata*, *Sicalis uropygialis* y *Zonotrichia capensis*. Los daños son muy perjudiciales, pueden ser al inicio en la emergencia de las plántulas y en su madurez, ya que se alimentan directamente de los granos de la panoja, ocasionando la ruptura de los pedicelos de los glomérulos y caída de plantas.

2.6 DESCRIPTORES EVALUACIÓN

Según Bioversity International y FAO (2013), los descriptores para la evaluación de la planta de quinua son los siguientes:

- Fecha de siembra

Se representa por año, mes y día: [AAAAMMDD]

- Vigor a la emergencia

Es la suma total de las propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de la plántula:

1. Malo, 2. Regular y 3. Bueno

- Número de días hasta la formación del botón floral

Define los días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas hayan formado el botón floral.

- Número de días hasta el inicio de floración

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas hayan iniciado floración.

- Número de días hasta el 50 % de las plantas hayan alcanzado el 50 % de la floración

Desde la siembra hasta que el 100 % de las plantas presenten flores abiertas.

- Número de días hasta el final de floración

Desde la siembra hasta que el 100 % de las plantas presenten flores abiertas.

- Número de días hasta grano lechoso

Desde la siembra hasta el 50 % de las plantas presenten granos que liberen líquido blanquecino cuando se someten a presión.

- Número de días hasta grano pastoso

Desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas hayan alcanzado una apariencia de grano

- Número de días hasta el 50 % de la madurez fisiológica

- Índice de cosecha

Índice de cosecha $(PG/PB+PG*100)$, PG: Peso de grano, PB: Peso de Broza

2.7 RENDIMIENTO

Los rendimientos varían en función de la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo, factores climáticos, tecnología, control de plagas y enfermedades. Teniendo en épocas bajas 800 kg/ha y en épocas altas 1500 kg/ha. Dependiendo del material genético se puede llegar hasta 3000 kg/ha (León, 2003).

Según MINAGRI (2015) el rendimiento promedio de la costa en el 2014 fue de 3.5 toneladas por hectárea, Arequipa produjo 4.17 toneladas por hectárea y las demás regiones productoras a un rango entre 2.1 y 2.8 toneladas por hectárea. En la sierra, la producción y las áreas de cultivo son mayores, se utiliza usualmente tecnología intermedia y baja, aunque sus costos de producción son

menores, su rendimiento promedio arroja cifras que no llegan a superar las 1.2 toneladas por hectárea. Sin embargo, algunas zonas serranas de Junín, Lima y Arequipa, muestran rendimientos promedio entre 1.5 y 1.9 toneladas por hectárea, algunos llegaron a tener un rendimiento entre 0.5 a 0.9 toneladas por hectárea.

En el 2015, se produjo 105.7 mil toneladas de quinua a nivel nacional con un promedio de 1.5 toneladas por hectárea y en el 2016, se produjo 79.3 toneladas de quinua a nivel nacional con un promedio de 1.2 toneladas por hectárea. En el 2016, las regiones con mayor producción de quinua fueron: Puno (35,166 toneladas), Ayacucho (16,657 toneladas), Apurímac (6,394 toneladas), Arequipa (6,206 toneladas), Cusco (3,937 toneladas), Huancavelica (1,189 toneladas) y las demás regiones por debajo de 1,000 toneladas. Sin embargo, el mayor rendimiento lo tiene Arequipa con 3 – 4 toneladas por hectárea, teniendo las demás regiones un rendimiento que fluctúa entre 1 – 2 toneladas por hectárea (SIEA, 2016).

Cultivares de Colombia tuvieron un rendimiento de cuatro toneladas por hectárea en Kenia, en Colorado se cultiva este grano con rendimientos promedio de una tonelada por hectárea (Jacobsen, 2003) y en Canadá los rendimientos son más inestables pero pueden llegar a los 830 kg/ha (Laguna, 2003).

2.8 ÍNDICE DE COSECHA

El índice de cosecha está determinado por factores ambientales y genéticos, dando como resultado un rendimiento de cultivo mayor o menor. Dicho rendimiento va a estar definido también por el tipo de manejo que se haya realizado con el cultivo. El índice de cosecha se calcula dividiendo el peso del grano entre la materia seca de la planta de quinua incluyendo la semilla (Bertero et al., 2004).

En el altiplano de Bolivia para la variedad de quinua Real K'ellu tiene un 38.33% y el ecotipo Soracachi 19.46%, estos índices de cosecha se evidencian debido a una gran distancia entre surcos de 80 cm (Cayoja, 2004). Según FAO et al. (2012), el índice de cosecha se encuentra entre los 30 y 50 % e indica que esto es debido a los genotipos.

III. Objetivos e Hipótesis

El objetivo general de la presente investigación es determinar los caracteres agromorfológicos que están directamente relacionados con el rendimiento de 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del INIA en condiciones de costa central del Perú, y sus objetivos específicos fueron:

Determinar las características morfológicas cuantitativas relacionadas al rendimiento

Determinar los aspectos fitosanitarios influyentes en el rendimiento

La hipótesis de esta investigación fue:

HO: El 50 % o más del 50 % de los caracteres agromorfológicos considerados en esta evaluación tienen relación directa con el rendimiento de 10 variedades de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones agroclimáticas de la costa central del Perú.

HA: Menos del 50 % de los caracteres agromorfológicos considerados en esta evaluación, tienen relación directa con el rendimiento de 10 variedades de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones agroclimáticas de la costa central del Perú.

IV. Metodología (incluir materiales)

4.1 MATERIALES

Los materiales utilizados para la preparación del terreno fueron los siguientes:
 Surcadora, arado de disco, arado de punta y niveladora. Los materiales utilizados

para la siembra fueron cintas métricas, rayadora, equipo de cintas para riego por goteo, bolsas de papel y rastrillo. Para el control de plagas y enfermedades se utilizó *Bacillus subtilis*, azufre, metalaxil + mancoceb, acefato imidacloprid, dicloruro de paraquat, abamectina; y para la nutrición se abonó con NPK, además de Wuxal Doble®, Grow Combi® y Quimifol®. Se utilizaron diversos materiales como hilos de rafia de 15 cm, Marcadores para plantas 12 cm, Plumón indeleble, Libreta de apuntes, Lápiz, Bolsas plásticas, Wincha, Tarjetas, Estacas, Regla graduada, Etiquetas y Cámara fotográfica Canon®.

La cantidad de fertilizantes aplicados (Tabla 1), se realizó en base al análisis de suelos presente en el Anexo 5. Los cálculos para la fertilización fueron hechos por el Ing. Jonell Soto, co-asesor de la tesis.

Tabla 1: Dosis, compatibilidad orgánica y fechas de productos usados para control de plagas y enfermedades en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), sembradas en condiciones de costa, Lima – 2016.

Producto	Dosis/200 litros	Compatibilidad orgánica	Fecha
Dicloruro de paraquat	150 ml	No	30/06/16
			31/07/16
			07/08/16
Azufre	1 kg	Sí	14/08/16
			21/08/16
			06/08/16
Abamectina	100 ml	No	20/07/16
			27/07/16
Acefato + Imidacloprid	100 ml	No	03/08/16

Wuxal		Sí	
Doble®	1 lt		04/10/16
	120 N –		
	200 P –		31/07/16
NPK	160 K	Sí	
	120 N		06/08/16
Grow		Sí	
Combi®	1 lt		01/09/16
Quimifol®	1 lt	Sí	22/09/16
			14/08/16
Bacillus			
subtilis	1 lt	Sí	21/08/16
			28/08/16
Metalaxil +			27/08/16
Mancoceb	1 kg	No	04/09/16

El material botánico está conformado por 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), procedentes del Programa de Mejoramiento de

Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria
 INIA.

Tabla 2: Variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sembradas en
 condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad	Estación Experimental	Departamento de siembra
INIA – 415	Illpa	Puno
Quillahuamán INIA	Canaán	Ayacucho
Chucuito*	Andenes	Cusco
Salcedo INIA	Illpa	Puno
INIA – 427	Andenes	Cusco
INIA – 431	Illpa	Puno
INIA – 420	Illpa	Puno
Amarilla Ayacuchana*	Canaán	Ayacucho
ILLPA INIA	Illpa	Puno
INIA – 433	Santa Ana	Junín

* Línea avanzada

4.2 LOCALIZACIÓN

El experimento se realizó en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ubicado en el distrito de La Molina, Lima; zona agro-ecológica costa subtropical, a una latitud sur de 12° 04' 36", longitud oeste de 76 ° 56' 43" y una altura de 241 m.s.n.m.

4.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Las condiciones ambientales durante el desarrollo del experimento fueron las siguientes: temperatura máxima de 24.41 °C y temperatura mínima 16.19 °C (Anexo 7). La precipitación en promedio fue 0.085 mm, humedad relativa 83.9 % (Anexo 6) y una radiación de 18.03 w/m² (Anexo 7). Estos datos fueron brindados por la Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt ubicada en La Molina.

4.4 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformada de tres surcos mellizos de 1.5 m de ancho, 6 m de largo y espaciados de 0.40 m entre surcos. Cada unidad experimental consta de 27 m². Cada bloque y tratamiento están separados por franjas de maíz morado. Teniendo un área total de 900 m². Densidad de siembra de 6.29 kg/ha, dejando posteriormente 20 plantas por metro lineal.

4.5 PREPARACIÓN Y MANEJO DEL TERRENO

La preparación del terreno se realizó el 30 de Junio del 2016, utilizando arado para el desterronado, posteriormente se realizó el mullido, nivelado del suelo. El terreno fue inundado con agua por gravedad durante cuatro horas. Las malezas que emergieron fueron eliminadas con herbicida Dicloruro de Paraquat, finalmente se rayó el área de nuevo y se prosiguió a sembrar. Posteriormente el área fue rayada y surcada, la siembra (Figura 1) se realizó con el apoyo de cintas de alineación, y el riego se realizó por el sistema de goteo durante seis horas.

Se utilizó 0.17 g de semillas por cada unidad experimental para tres surcos mellizos de 6 m de largo, espaciados en 1.5 m (27 m²). La siembra se realizó a chorro continuo, distribuidos homogéneamente en cada surco. Alrededor de cada unidad experimental se sembró maíz morado Negro Canáan con la finalidad de separar las unidades experimentales y por ende las variedades, cumpliendo la función de cerco vivo. El distanciamiento de las semillas del maíz fue de 40 cm y se sembraron dos semillas por golpe.



Figura 1: Siembra de semillas de quinua en condiciones de costa, INIA, La molina, 2016

Se realizaron labores culturales como el raleo de plantas pequeñas, raquíticas y débiles, así como también plantas que no sean de la variedad; se deshirió las plantas invasoras presentes para evitar competencia entre plantas por agua, luz, nutrientes y espacio. Se realizó el seguimiento y control de las plagas y enfermedades. En el riego por goteo se utilizó entre 2500 a 3000 m³, aplicándolo en toda la etapa de producción.

4.6 DISEÑO Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL

El campo se delimitó con ayuda de estacas, rafia y una cinta métrica, se instalaron cuatro bloques de 50 metros de largo y seis metros de ancho. En cada bloque se instalaron 10 parcelas (unidades experimentales), cada parcela corresponde a una variedad. Cada parcela está conformada por tres surcos. Se dejaron calles entre bloques y entre parcelas. El diseño se basó en el sistema de bloques al azar (Tabla 3).

Se analizó la correlación de caracteres agromorfológicos y rendimiento, mediante el método de análisis estadístico Stepwise para caracteres morfológicos cuantitativos, se utilizó el programa Rstudio. Para realizar la regresión se realizó una selección de variables y transformación de variables empleando el método de Box y Cox de las librerías `boxcox` () y `powertransform` () del paquete estadístico R (Fox & Weisberg, 2011). Así mismo, se usó la prueba estadística de Tukey para probar todas las diferencias entre medias de todas las variables estudiadas (longitud de panoja, ancho de panoja, altura de planta, rendimiento de biomasa, peso de panoja, peso de semilla por planta, peso de mil granos, índice de cosecha y rendimiento por hectárea), teniendo un nivel de significancia de 0.05.

4.7 EVALUACIONES

La toma de datos se realizó desde la siembra hasta la cosecha, las evaluaciones se realizaron cada cinco días en el surco medio de cada unidad experimental. Las evaluaciones se realizaron en función a la etapa fenológica y al indicador de cada descriptor.

4.7.1 DESCRIPTORES AGRONÓMICOS

Estos caracteres agronómicos se midieron con la finalidad de definir el desenvolvimiento de cada variedad:

Longitud de panoja. Se registró en la madurez fisiológica, se midió desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Se promedió 10 plantas del surco medio (cm).

Ancho de panoja. Se registró en la madurez fisiológica, se midió el ancho de la panoja principal (cm). Se promedió 10 plantas del surco medio.

Rendimiento de biomasa. Se determinó por el peso (g) de toda la planta cortada desde la base del tallo. Se promedió 10 plantas del surco medio.

Peso de panoja. Se determinó el peso (gr) de la panoja principal. Se promedió 10 plantas del surco medio.

Altura de planta. Medición desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja. Se determinó esta medición en la etapa de madurez fisiológica con un promedio de 10 plantas.

Peso de semilla por planta. Promedio (kg) de la cantidad de semillas obtenidas de 10 plantas.

Peso de mil granos. Registro del peso sin considerar el perigonio.

Índice de Cosecha. Coeficiente entre el rendimiento de grano (semilla) y la biomasa aérea total de las plantas (hoja, tallo, panoja)

$$IC (\%) = \text{Rendimiento de grano (kg/ha)} \times 100$$

Rendimiento de biomasa (kg/ha)

Rendimiento por hectárea. Promedio del peso de semillas de 10 plantas de cada surco y 4 repeticiones por cada variedad, extrapolado a una hectárea (t/ha).

Incidencia de plagas y enfermedades. Porcentaje de daño causado por las diferentes plagas y enfermedades que pudieran atacar.

Metodología de evaluación para Mildiu (*Perenospora farinosa*). De cada parcela se escogió al azar 10 plantas de surco medio de cada tratamiento, de cada planta se escoge tres hojas al azar, una en cada tercio (tercio bajo, medio o superior). De cada una de las hojas se evaluó el porcentaje de daño usando una escala (Tabla 4, Figura 2). La severidad de la enfermedad será el promedio de los tres porcentajes (Danielsen & Ames, 2014). Esta evaluación se realizó apenas hubo una incidencia de esta enfermedad, cada mes hasta el periodo de madurez fisiológica. Teniendo en cuenta dos evaluaciones más: tres días antes y tres después de cada fecha de evaluación, con el fin de promediar valores de

percepción y avance o disminución de la enfermedad (Jonell Soto, comunicación personal, 11 de julio, 2016).

Tabla 4: Escala de Severidad de Mildiú (*Perenospora farinosa*) en el cultivo de quinua

Porcentaje de Severidad	Descripción
Menos del 20 %	Leve
Más del 20 %	Moderado
Más del 50 %	Severo

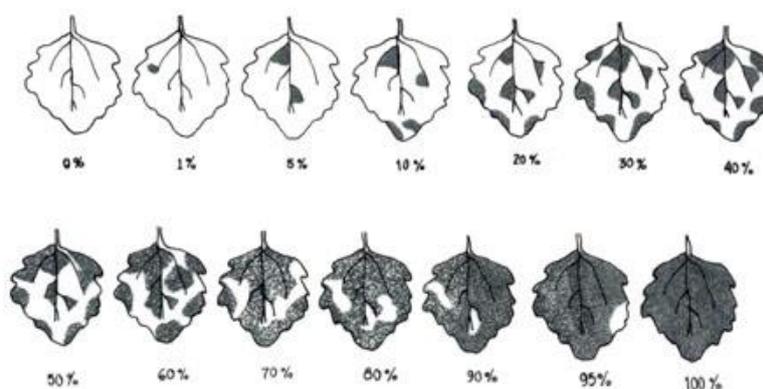


Figura 2: Porcentaje de daño del Mildiú en el área foliar (Danielsen & Ames, 2000).

Metodología de evaluación para chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*). Esta evaluación se realizó por cada metro lineal en el surco medio de cada tratamiento a los nueve días de haber emergido las plántulas. Para obtener el porcentaje de germinación se usó la fórmula: $G (\%) = PE / PT \times 100$ donde, G (%) = porcentaje de germinación, PE = plantas emergidas, PT = plantas totales (Moreno, 1996). Se determinará el grado de severidad con una escala visual en la que 0 = planta sana y 4 = planta con la máxima severidad (Tabla 5) (Van Schoonhoven & Pastor-Corrales, 1987).

Tabla 5: Escala de Severidad de chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*) en el cultivo de quinua.

Grado	Descripción
0	Ausencia de síntomas
1	Planta con lesiones o canchales, cuello de la planta atacado en menos de 25 %

2	Planta con lesiones o canchros, cuello de la planta atacado en un 50 %
3	Planta con lesiones o canchros, cuello de la planta atacado en un 75 %
4	Planta muerta o semilla podrida

Metodología de evaluación para Mosca Minadora (*Liriomyza huidobrensis*). Se evaluó a partir de la aparición de seis hojas verdaderas, analizando el surco medio de cada tratamiento. Se evaluó una vez al mes y se determinó en qué parte de la planta se ubica el daño: a) basal, b) medio o c) superior. Así mismo, para la severidad, se evaluó con una escala de daño (Tabla 6, Figura 3) (Carmona, 2000).

Tabla 6: Escala de evaluación de daño de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) en hojas del cultivo de quinua.

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Decoloración ligera, sin lesiones necróticas o con 10 % de los tejidos dañados.
5	Aproximadamente 25 % de los tejidos dañados.
7	Aproximadamente 50 % de los tejidos dañados.

9	Planta con mayor severidad de ataque, aproximadamente 75 %.
---	---



Figura 3: Porcentaje de daño de mosca minadora en el área foliar (Carmona, 2000).

Metodología de evaluación para daño en plaga de aves

Se utilizó una escala visual (Tabla 7) (Delgado, 2012).

Tabla 7: Escala visual del daño por efecto de aves en el cultivo de quinua.

Escala visual	Características y grado de daño en panoja	
1	Panoja sin daños	Ninguno
2	1 – 25 % de daños	Moderado
3	26 – 50 % de daños	Medio
4	51 – 75 % de daños	Fuerte
5	76 – 100 % de daños	Muy fuerte

Metodología de evaluación para otras plagas o enfermedades:

La aparición de otras plagas o enfermedades serán evaluados en base a protocolos que establezcan los criterios básicos de manejo de plagas.

4.7.2 FENOLOGÍA

La guía para monitorear la fenología de las variedades de quinua a investigar, se basó en los siguientes parámetros (Tabla 8).

Tabla 8: Fases fenológicas del cultivo de quinua para la zona de costa central.

Fases y sub fases	Promedio / Días	Rango / Días
Germinación	5	3 – 8
Desarrollo Vegetativo	33	33 – 38
Ramificación		
Desarrollo del Botón Floral	45	31 – 68
Desarrollo de la Inflorescencia	60	39 – 97

Floración	77	45 – 132
Antesis	82	52 – 136
Crecimiento y Estado Acuoso	100	61 – 147
Fruto Estado Lechoso	114	70 – 164
Fruto Estado De Masa	136	83 – 190

Fuente: (FAO & UNALM, 2016)

V. Resultados

Las 10 variedades usadas presentaron diversas características en relación a la altura de planta, número de días hasta la madurez fisiológica, rendimiento de biomasa, índice de cosecha, e incidencia de plagas y enfermedades (Tabla 9, Anexo 1).

Tabla 9: Fenología de las diez variedades de quinua evaluadas en los campos experimentales del Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad/ Etapa fenológica	Días									
	1	2	3*	4	5	6	7	8*	9	10
Emergencia	4	4	4	4	4	4	4	8	4	4
2 hojas	13	13	14	13	13	13	15	18	13	13
4 hojas	19	19	20	19	19	19	20	22	19	19

6 hojas	25	25	25	25	25	25	25	28	25	25
Ramificación	35	35	35	35	35	35	35	39	35	35
Botón Floral	50	53	53	50	53	50	50	53	50	53
Floración	56	73	66	58	66	54	56	66	87	73
Grano lechoso	80	91	87	80	87	73	80	87	80	91
Grano pastoso	89	105	101	89	101	83	91	103	87	105
Madurez	99	120	115	99	115	91	107	118	93	120
Fisiológica										
Cosecha	120	136	129	110	129	101	122	136	112	136

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6: INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

El 90 % de los tratamientos emergieron (Figura 4) a los cuatro días de siembra, siendo estas: INIA – 415, Quillahuamán INIA, Chuquito, Salcedo INIA, INIA – 427, INIA – 431, INIA – 420, Illpa INIA e INIA – 433, excepto la variedad Amarilla Ayacuchana la cual emergió a los ocho días de sembrada. La frecuencia a los cuatro días de siembra mucho mayor que a la de los ocho días (Figura 3).



Figura 4: Germinación de plántulas de la var. Quillahuamán INIA, INIA, La Molina, 2016.

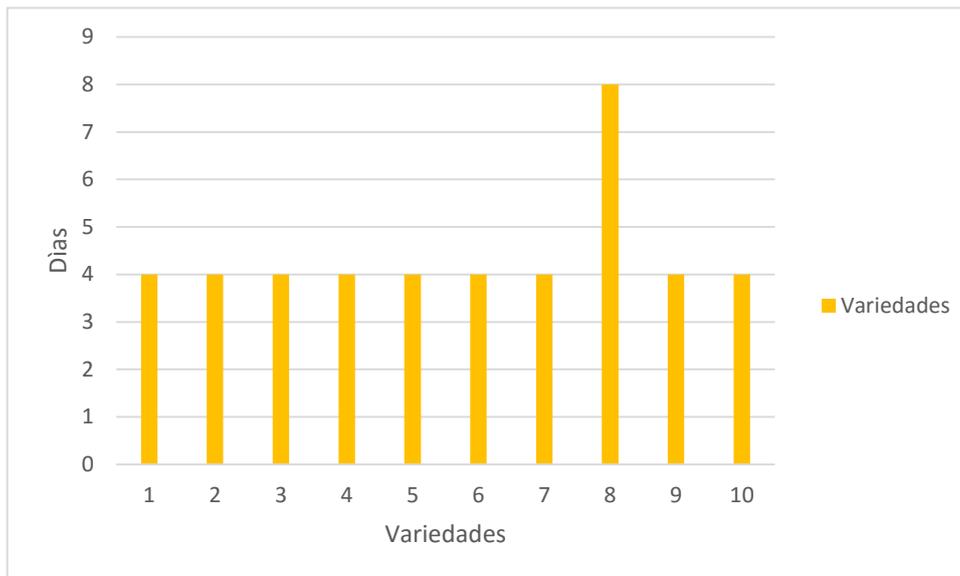


Figura 5: Días de emergencia de 10 variedades de quinua evaluadas en los campos experimentales del Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

La línea Amarilla Ayacuchana es la más tardía para la emergencia de dos hojas verdaderas, teniéndolas a los 18 días. Las demás variedades tuvieron una emergencia de dos hojas verdaderas a los 13 días, siendo estas: INIA – 415, Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, INIA – 427, INIA 431, Illpa INIA e INIA – 433. Los tratamientos de tiempo intermedio fueron la línea Chucuito a los 14 días y la variedad INIA – 420 a los 15 días (Tabla 9).

La emergencia de cuatro hojas verdaderas se dio entre 19 y 22 días después de la siembra en los cultivares de estudio. Los cultivares que tuvieron cuatro hojas verdaderas a los 19 días son INIA – 415, Quillahuamán INIA, Salcedo INIA,

Variedad Cusco, INIA – 431, Illpa INIA y INIA – 433. A los 20 días: Chucuito e INIA – 420. La línea Amarilla Ayacuchana demoró 22 días. La emergencia de seis hojas verdaderas de las diez variedades se realizó entre 25 y 28 días después de la siembra. Todas las variedades tuvieron seis hojas verdaderas a los 25 días excepto en la línea Amarilla Ayacuchana (Tabla 9).

La ramificación se generó entre 35 y 39 días después de la siembra. Siendo la línea Amarilla Ayacuchana la que tiene 39 días para la ramificación. El panojamiento se realizó entre 50 y 53 días. Siendo las variedades INIA – 415, Salcedo INIA, INIA – 431, INIA – 420 e Illpa INIA tuvieron el botón floral a los 50 días (Tabla 9, Figura 6).

La floración de todos los cultivares se generó entre 56 y 87 días. A los 54 días se tuvo la floración en la variedad INIA – 431, a los 56 días la floración se dio en la variedad INIA – 415 e INIA – 420; a los 58 días se dio en la variedad Salcedo INIA; a las 66 días la floración se dio en Chucuito y Amarilla Ayacuchana (Tabla 9).

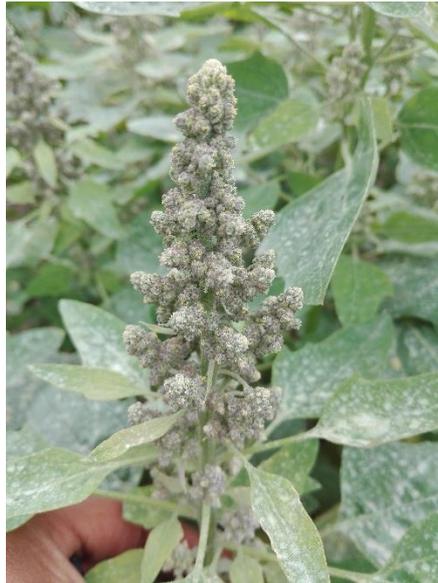


Figura 6: Formación de panoja de la var. INIA - 431, INIA, La Molina, 2016

El grano lechoso es formado por la variedad INIA – 431 a los 73 días. Illpa INIA, INIA – 420, Salcedo INIA e INIA – 420 lo formó a los 80 días. Chucuito, INIA – 427 y Amarilla Ayacuchana a los 87 días. El 40 % de las variedades formaron un grano lechoso a los 80 días, seguidos de un 30 % a los 87 días, 20 % a los 91 días y el 10 % a los 73 días. El grano pastoso es formado por INIA – 431 a los 83 días, llegando hasta 105 días con la variedad INIA – 433. El 20 % de las variedades han formado grano pastoso a los 89 días, 101 días y 105 días. Y el 10 % de las variedades a los 83 días, 87 días y 90% (Figura 7, 8 y 9, Tabla 9).

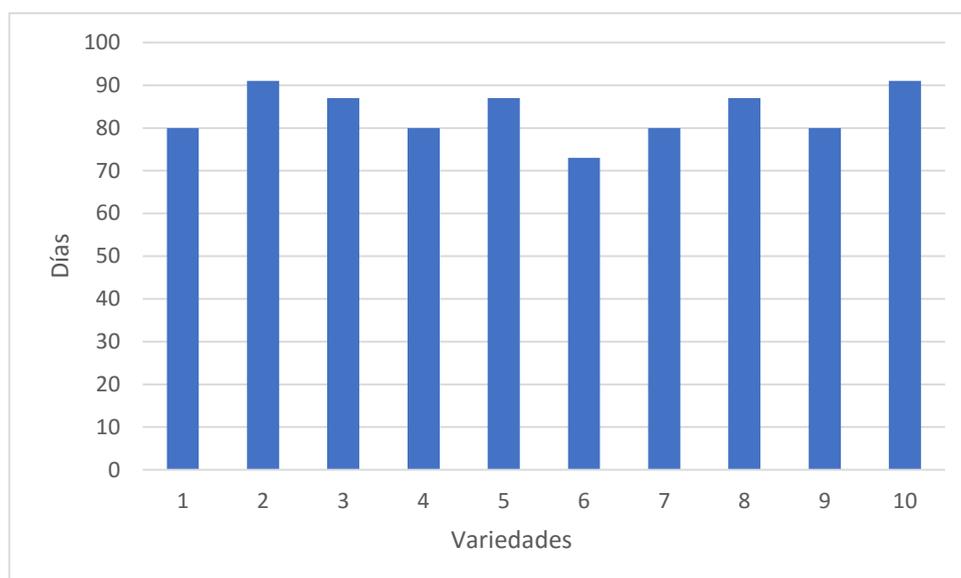


Figura 7: Formación del grano lechoso de 10 variedades de quinua evaluadas en los campos experimentales del Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahumán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

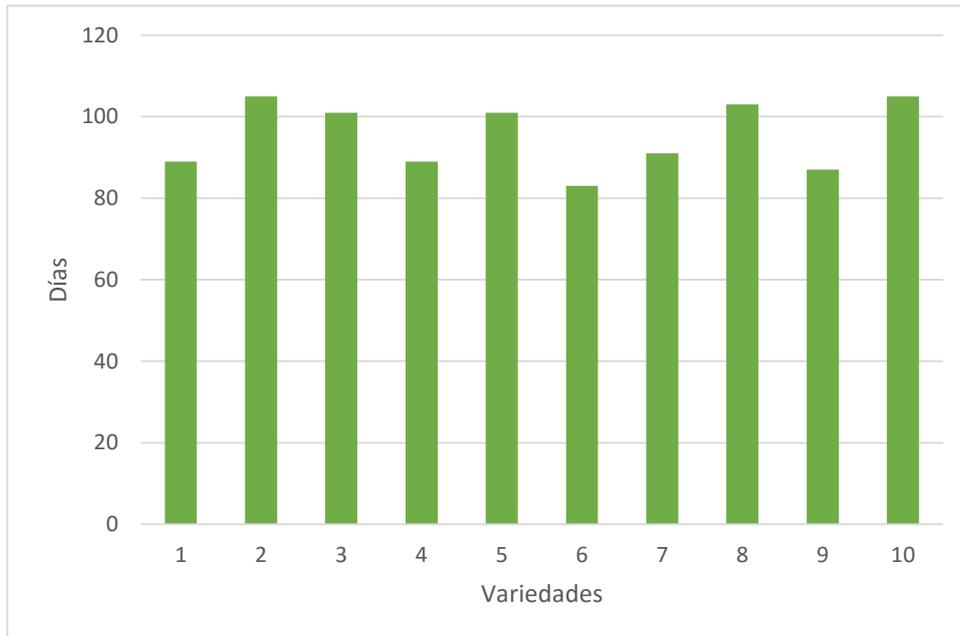


Figura 8: Formación del grano pastoso de diez variedades de quinua evaluadas en los campos experimentales del Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa. Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana



Figura 9: Formación del grano pastoso, INIA, La Molina, 2016.

La variedad INIA – 431 alcanzó la madurez fisiológica a los 91 días. Quillahuamán INIA e INIA – 433 alcanzaron la madurez fisiológica a los 120 días. El 20 % de las variedades han llegado a la madurez fisiológica a los 99 días, 115 días y 120 días. Teniendo el 10 % de las variedades llegando a la madurez fisiológica a los 91 días, 93 días, 107 días y 118 días (Figura 10, Tabla 9).

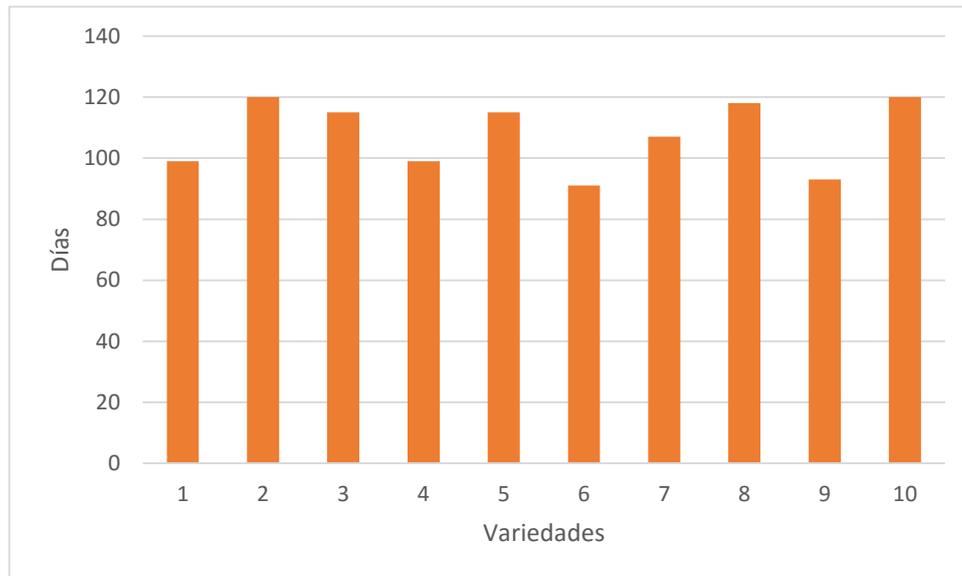


Figura 10: Madurez fisiológica de diez variedades de quinua evaluadas en los campos experimentales del Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6: INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

La variedad INIA – 433, Quillahuamán INIA y la línea Amarilla Ayacuchana, fueron cosechadas a los 136 días, siendo estas variedades las más tardías. INIA – 427 y Chucuito se cosecharon a los 129 días. La variedad INIA – 431 fue cosechada a los 101 días siendo la variedad más precoz de las diez variedades estudiadas (Figura 11, Tabla 9).

Los datos obtenidos producto de las evaluaciones en campo y luego de ser procesados por el programa R, cada variable fue sometida al análisis de varianza

(ANOVA) y en caso haya tenido una significancia < 0.05 , se procedió a evaluar estos datos con el test de Tukey.

En la figura 12, para el descriptor de rendimiento (kg/ha) se observa 4 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. Se determinaron valores entre 268.7 a 1841.7 kg/ha (var. Quillahuamán INIA), el primer grupo corresponde a las variedades Quillahuamán INIA e INIA – 431; el segundo grupo corresponde a las medias de INIA – 431, INIA – 433, Ayacuchana, INIA – 427 y Chucuito; el tercer grupo corresponde a INIA – 427, Chucuito, Salcedo INIA; y al cuarto grupo corresponden las variedades Salcedo INIA, INIA - 415, Illpa INIA e INIA - 420.



Figura 11: Cosecha de quinua en condiciones de costa, INIA, La Molina, 2016.

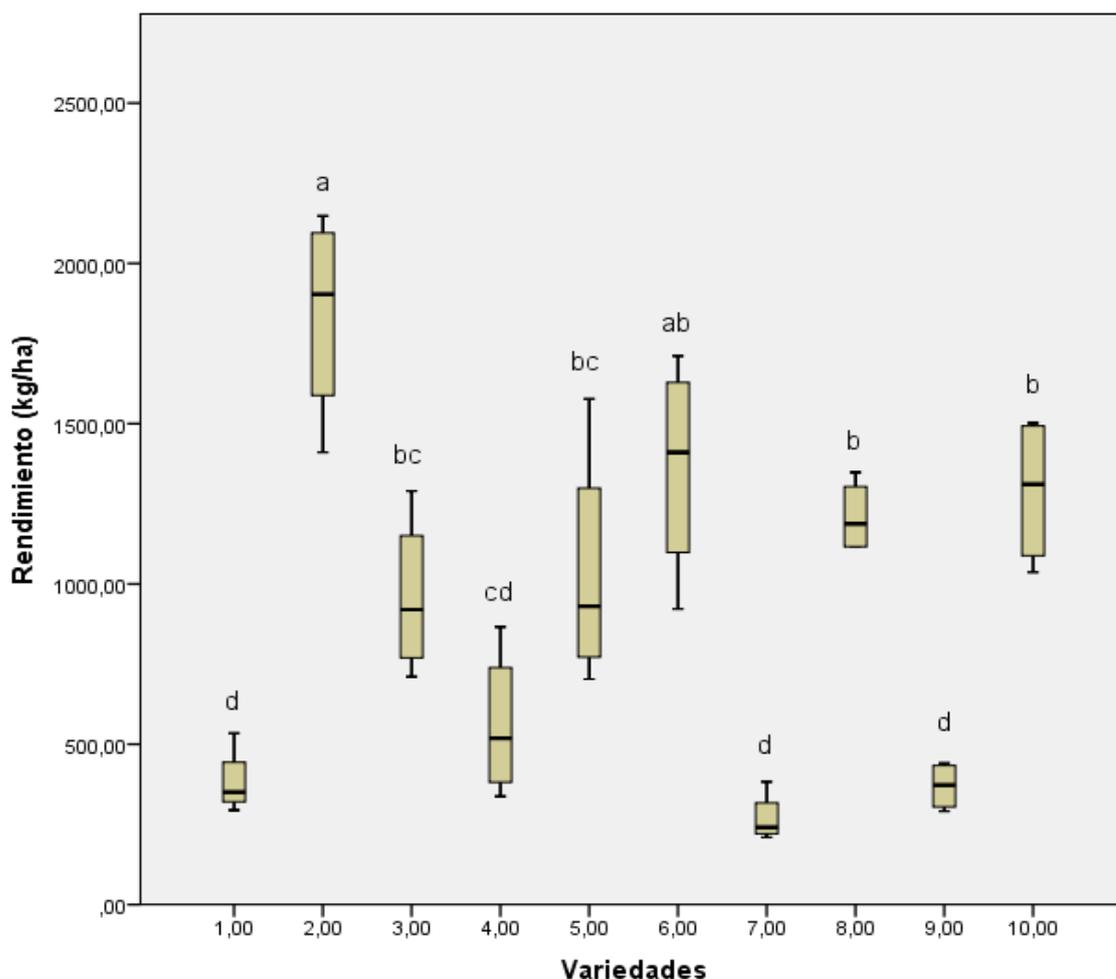


Figura 12: Prueba Tukey para la variable rendimiento (kg/ha) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variación: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6: INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 13, para la variable índice de cosecha (%) se observa 3 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos Illpa INIA, Chucuito, INIA – 431, Quillahuamán INIA, INIA – 433, Salcedo INIA y INIA – 415; el segundo grupo corresponde a las medias de

Chucuito, INIA – 431, Quillahuamán INIA, INIA – 433, Salcedo INIA, INIA – 415, INIA – 427 y Amarilla Ayacuchana; y el tercer grupo corresponde a las variables INIA – 431, Quillahuamán INIA, INIA – 433, Salcedo INIA, INIA – 415, INIA – 427 e INIA – 420 y a la línea Amarilla Ayacuchana.

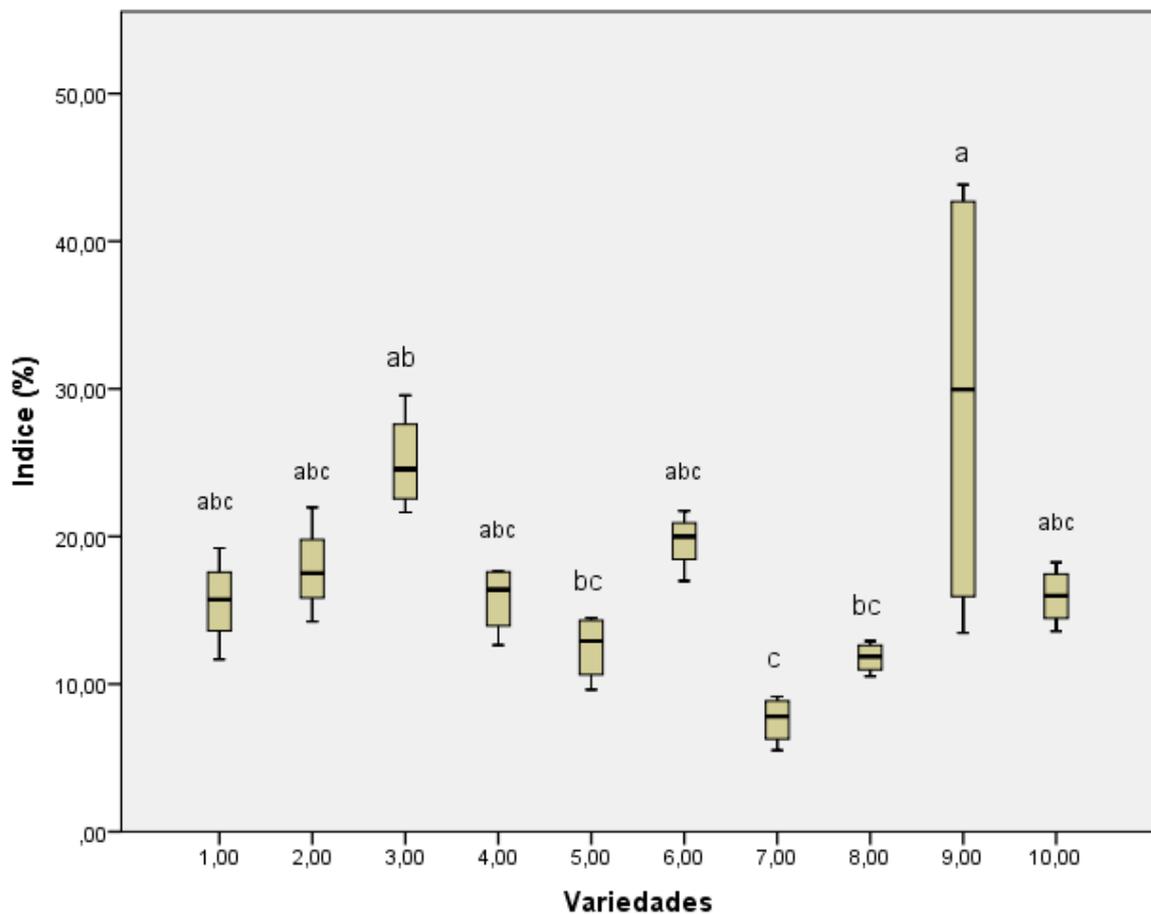


Figura 13: Prueba Tukey para la variable índice de cosecha (%) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6: INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 14, para el descriptor altura de planta (cm) se observan 3 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos Quillahuamán INIA, Amarilla Ayacuchana, INIA - 433, INIA – 427 e INIA - 431; el segundo grupo corresponde a las medias de INIA – 427, INIA – 431 y Chucuito; y el tercer grupo corresponde a las variedades: Illpa INIA, INIA – 420, Salcedo INIA, INIA – 415 y a la línea Chucuito.

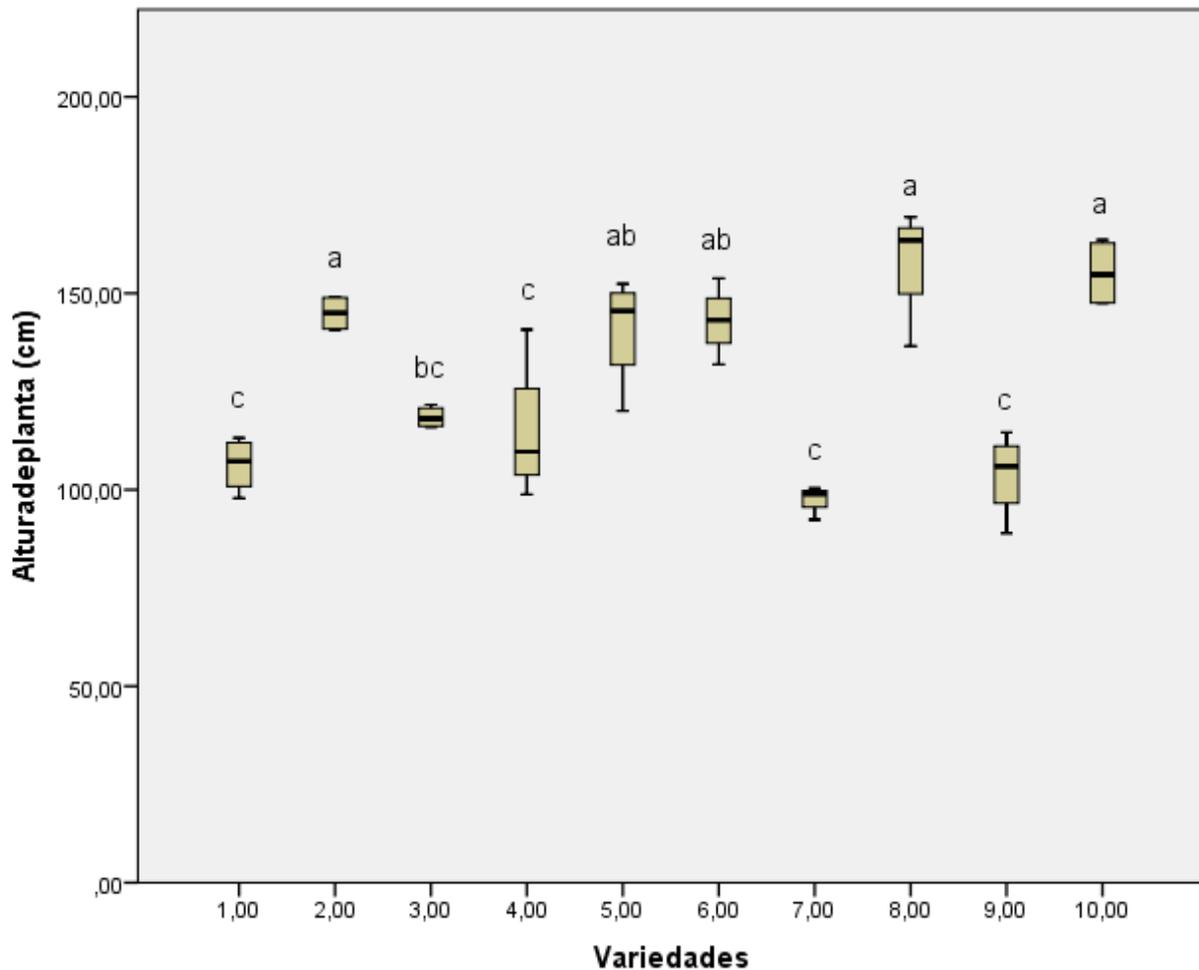


Figura 14: Prueba Tukey para el descriptor altura de planta (cm) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variación: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 15, para el descriptor peso de semilla (gr), se observaron 4 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos Chucuito, Amarilla Ayacuchana e INIA – 433; el segundo grupo corresponde a las medias de INIA – 415, Quillahuamán INIA, Chucuito, Salcedo

INIA, INIA – 427, INIA – 431 e INIA – 433; y el tercer grupo corresponde a las variedades: INIA – 415, Quillahumán INIA, Salcedo INIA, INIA – 427, INIA – 431, Illpa INIA; y el cuarto grupo corresponde a las variedades INIA – 415, Salcedo INIA, INIA – 431, INIA – 420 e Illpa INIA.

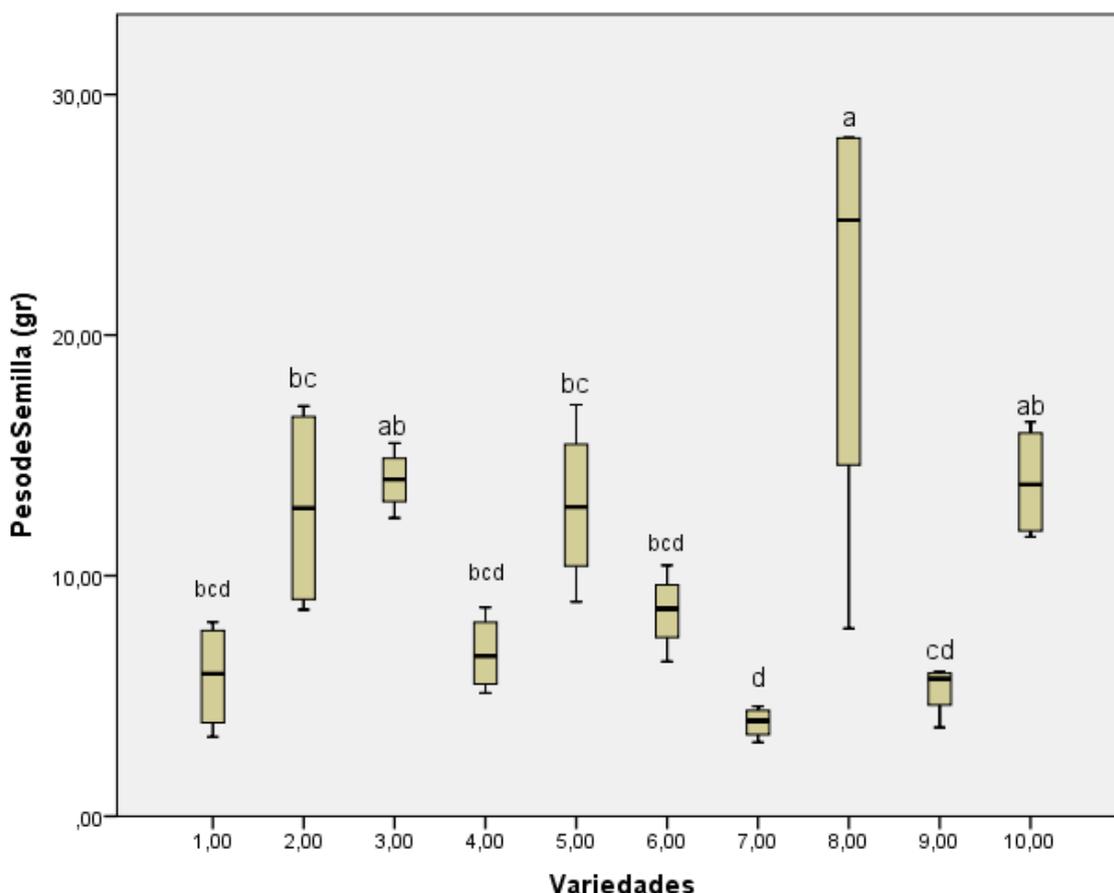


Figura 15: Prueba Tukey para la variable peso de semilla (gr) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahumán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6: INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 16, para la variable rendimiento de biomasa (kg), se observaron 4 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos: INIA – 427 y Amarilla Ayacuchana; el segundo grupo corresponde a las medias de INIA – 415, Quillahuamán INIA, Chucuito, Salcedo INIA, INIA – 427, INIA – 431, INIA – 420 e INIA – 433; y el tercer grupo corresponde a las variedades: INIA – 415, Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, INIA - 431, INIA – 420, Illpa INIA e INIA – 433 y a la línea Chucuito.

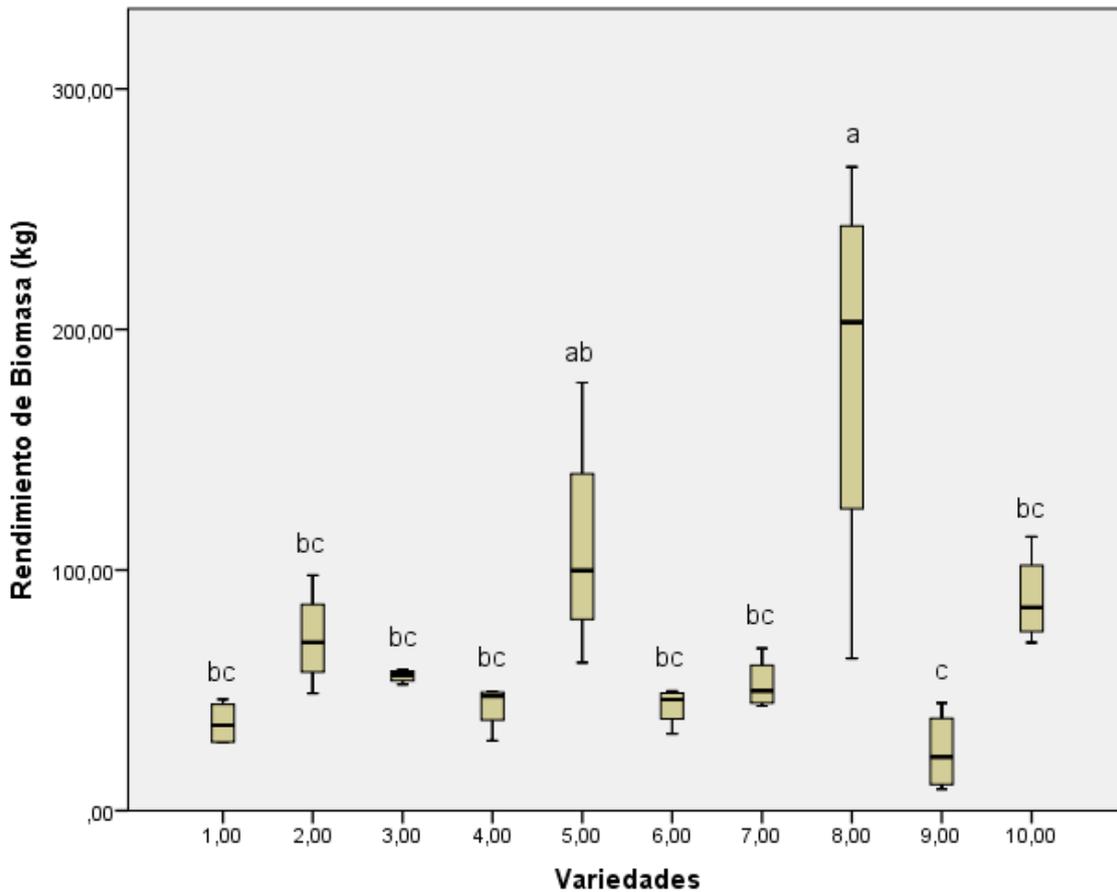


Figura 16: Prueba Tukey para el descriptor rendimiento de biomasa (kg) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 17, para el descriptor longitud de panoja (cm), se observaron 4 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos INIA - 415, INIA - 420, Amarilla Ayacuchana, Illpa INIA e INIA - 433; el segundo grupo corresponde a las medias de INIA - 415, Quillahuamán INIA,

Salcedo INIA, Illpa INIA e INIA - 433; y el tercer grupo corresponde a las variedades INIA - 415, Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, INIA - 427, Illpa INIA; y el cuarto grupo corresponde a Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, INIA - 427, INIA - 431 e Illpa INIA.

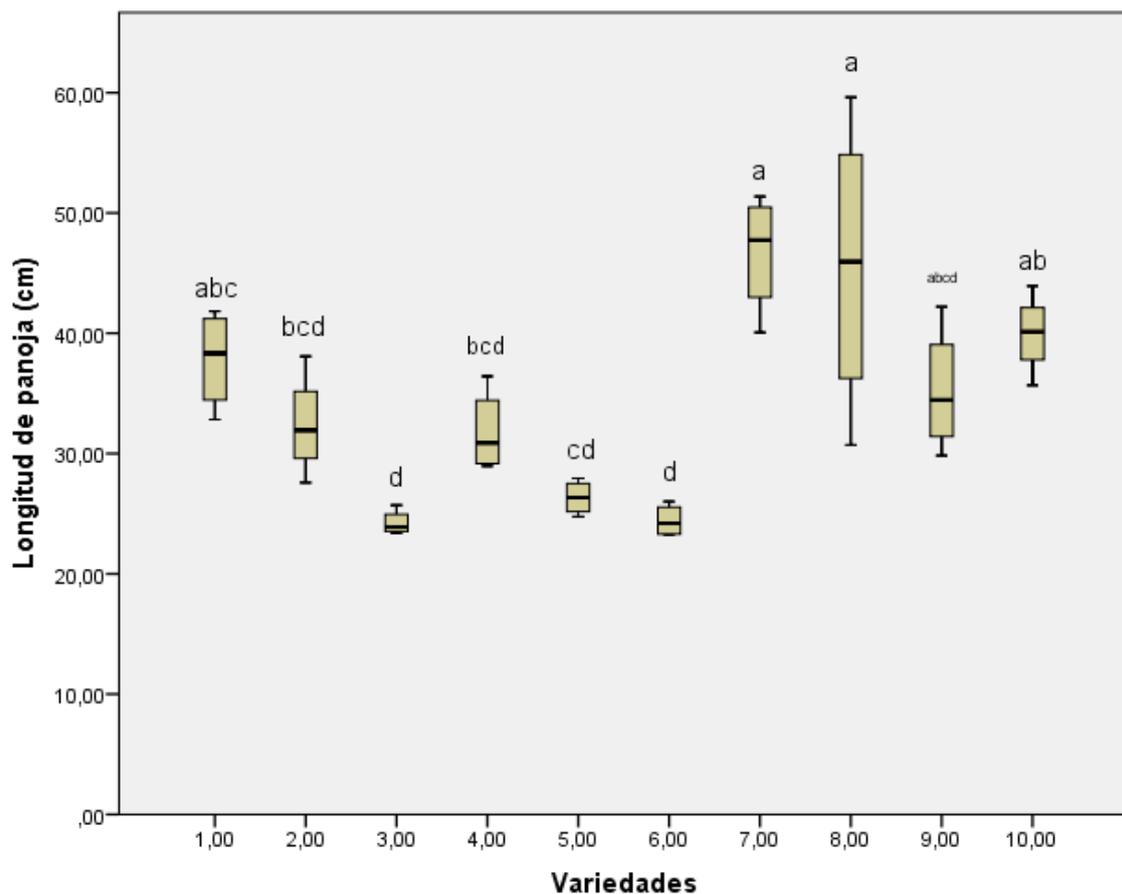


Figura 17: Prueba Tukey para el descriptor longitud de panoja (cm) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 18, para el descriptor peso de mil granos (gr), se observa 4 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos INIA - 415, INIA - 420, Amarilla Ayacuchana, Illpa INIA e INIA - 433; el segundo grupo corresponde a las medias de INIA - 415, Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, Illpa INIA e INIA - 433; y el tercer grupo corresponde a las variedades INIA - 415, Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, INIA – 427 e Illpa INIA; el cuarto grupo corresponde a las variedades Quillahuamán INIA, Salcedo INIA, INIA - 427, INIA – 431 e Illpa INIA.

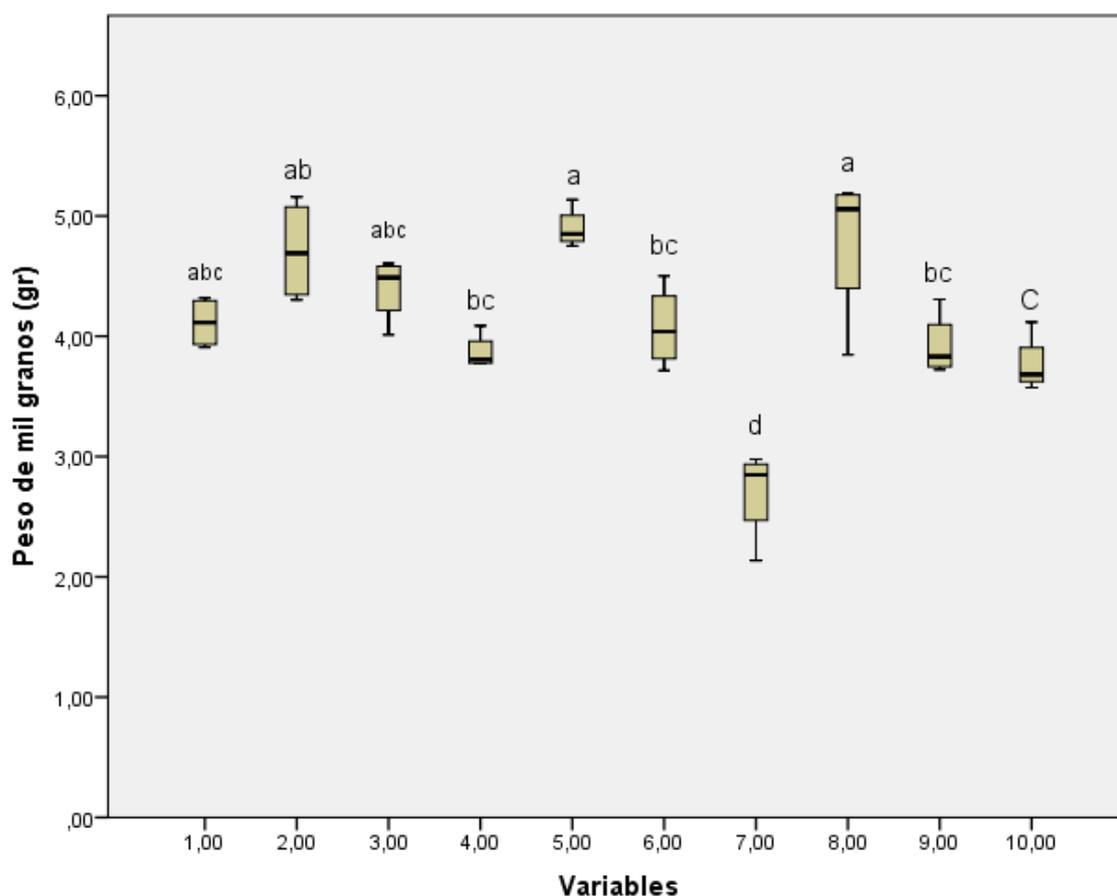


Figura 18: Prueba Tukey para el descriptor peso de mil granos (gr) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

En la figura 19, para el descriptor peso de panoja (gr), se observaron 2 grupos homogéneos según la prueba de Tukey. El primer grupo corresponde a los tratamientos INIA - 427, Amarilla Ayacuchana e INIA - 433; y el segundo grupo corresponde a las medias de INIA - 415, Quillahuamán INIA, Chucuito, Salcedo INIA, INIA - 427, INIA - 431, INIA - 420, Illpa INIA e INIA - 433.

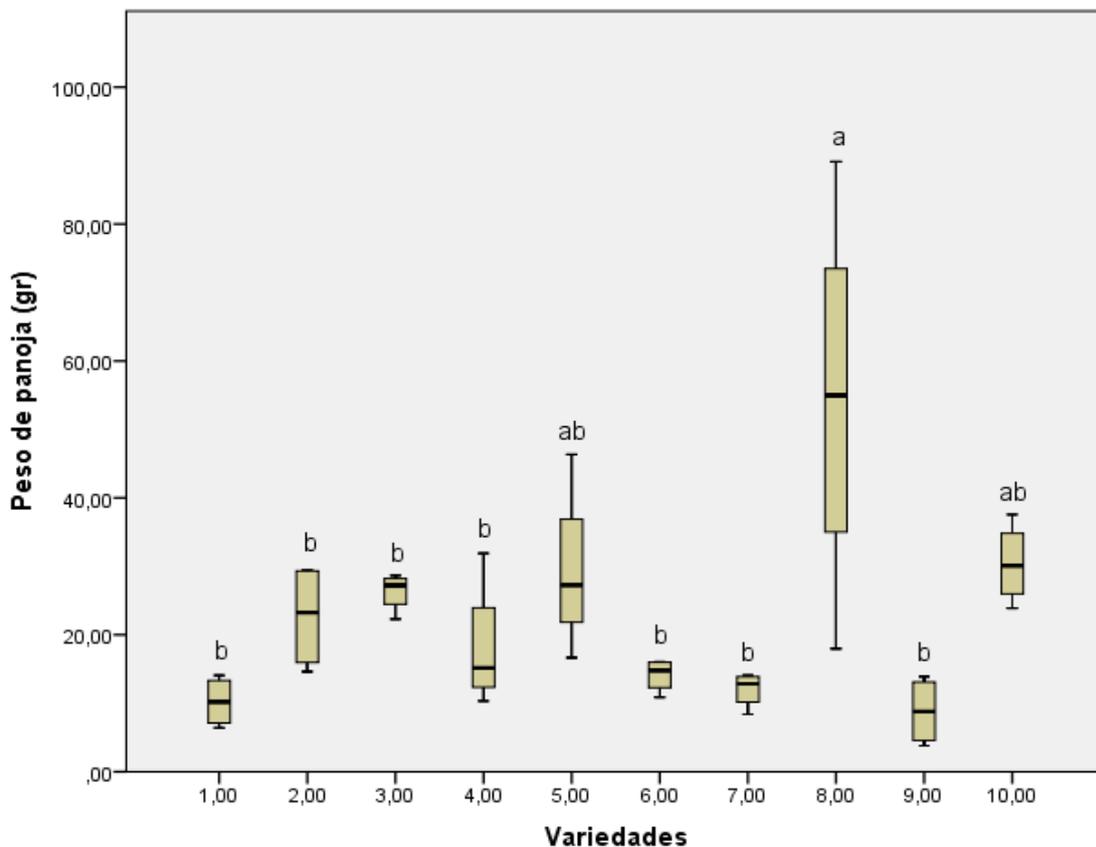


Figura 19: Prueba Tukey para el descriptor peso de panoja (gr) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variación: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6:

INIA – 431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

Así mismo, se observó que hay descriptores que tienen más de una variedad que estadísticamente son iguales. En relación al rendimiento como se ha podido observar en la variedad dos, Quillahuamán INIA, es la única que tiene el mayor rendimiento. En cuanto a la altura se observan tres variedades, se trata de Quillahuamán INIA, INIA – 420 e INIA – 433. Respecto al índice de cosecha solo se aprecia una sola variedad que es Illpa INIA; lo mismo sucede con el peso de semilla, peso de panoja y rendimiento de biomasa, ambos en la variedad Amarilla Ayacuchana. Para el descriptor de longitud de panoja se tiene por iguales a los tratamientos Amarilla Ayacuchana e INIA – 420. En cuanto al descriptor peso de mil granos se tiene por igual a la variedad INIA – 427 y a la línea Amarilla Ayacuchana (Anexo 4).

Por otro lado, estadísticamente se observa que hay descriptores que tienen que tienen un bajo performance. En relación al rendimiento como se ha podido observar a las variedades INIA – 420 e Illpa. En cuanto a la altura se observan tres variedades, se trata de INIA – 415, INIA – 420, Salcedo INIA e Illpa INIA. Respecto al índice de cosecha, sólo se aprecian las variedades INIA – 427 e INIA - 420; para el peso de semilla INIA – 420; referido al descriptor de rendimiento de biomasa son las variables Illpa INIA e INIA – 433. Para longitud de panoja son Chucuito e INIA – 431. En cuanto al descriptor peso de mil granos se tiene a INIA – 420 y por último para el descriptor de peso de panoja se tienen a todas las variedades menos a INIA – 420, Amarilla Ayacuchana e INIA – 433 (Anexo 4).

Los tratamientos INIA – 415, Chucuito, Salcedo INIA e INIA – 431 sólo sobresalen en el descriptor de ancho de panoja. Quillahuamán INIA resalta en los descriptores de rendimiento, altura y ancho de panoja. INIA – 427 en ancho de panoja y peso de mil granos. INIA – 420 en longitud de panoja. La línea Amarilla Ayacuchana en altura, peso de semilla, rendimiento de biomasa, longitud de panoja, peso de mil granos y peso de panoja. Illpa INIA en el descriptor índice de cosecha. INIA – 433 en altura de planta (Anexo 4).



Figura 20: Toma de datos para todas las variedades evaluadas, INIA, La Molina, 2016

En la figura 21, se puede observar el estimado de producción para todas las variedades en condiciones óptimas. Quillahuamán INIA sigue teniendo la mejor performance de las 10 variedades.

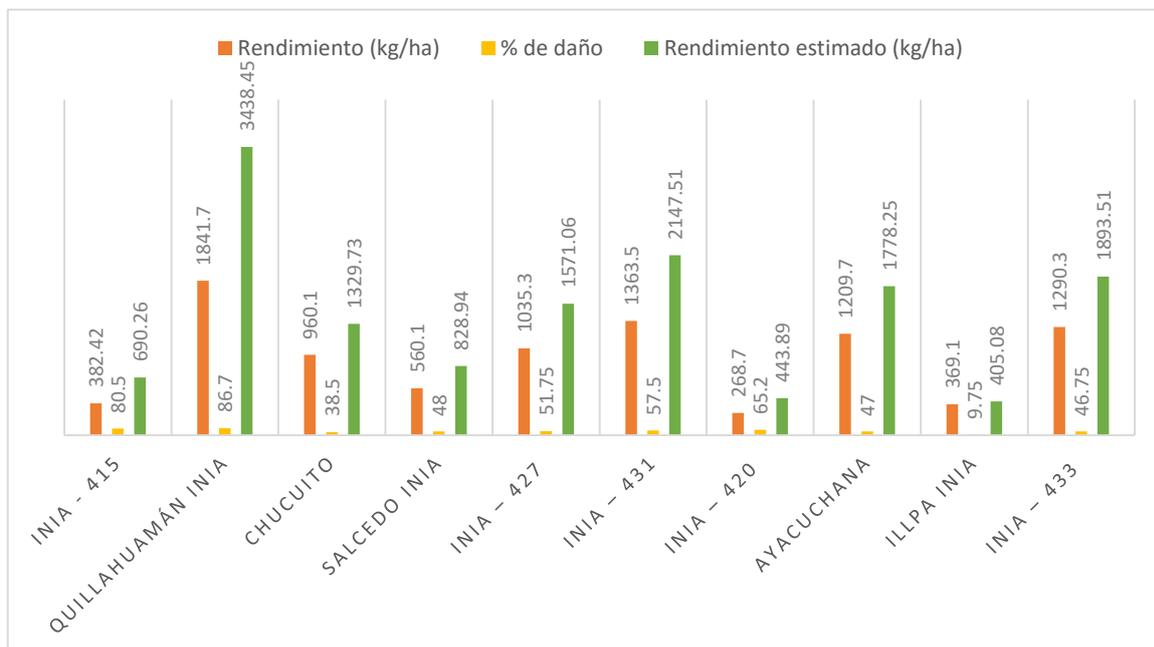


Figura 21: Valores totales y estimados de la producción (kg/ha) de 10 variedades de quinua evaluadas en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa. Lima – 2016.

Para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente (Rendimiento x ha) y las variables independientes se usó el modelo matemático de regresión lineal (Anexo 2), el cual se obtuvo el siguiente modelo:

$$\text{Log (Rendimiento x ha)} = 5,407 - 0,5312 \log (\text{LP}) - 0,1557 \log (\text{AP}) + 0,01915 (\text{API}) + 0,6768 \log (\text{PMG})$$

Donde LP: Longitud de panoja, AP: Ancho de panoja, API: Altura de planta, PMG: Peso de mil granos. Lo que explica que las variables relacionadas directamente con el rendimiento para estas variedades, y en condiciones ambientales de costa central son: Longitud de panoja, Ancho de panoja, Altura de plantas y peso de mil granos.

La incidencia de plagas y enfermedades fue variable en todos los tratamientos, con una severidad de leve a moderado, como sucede en el caso del mildiú. La variedad 6 (INIA – 431) fue la más afectada con 27% de severidad y la variedad 9 (Illpa INIA) fue la menos afectada con 5% (Tabla 10).

Tabla 10: Grado de severidad del mildiu (*Peronospora variabilis*) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad	Severidad (%)	Descripción
INIA – 415	13	Leve
Quillahuamán	21	Moderado
INIA		
Chucuito*	9	Leve
Salcedo INIA	21	Moderado
INIA – 427	10	Leve
INIA – 431	27	Moderado
INIA – 420	21	Moderado
Amarilla	7	Leve
Ayacuchana*		
Illpa INIA	5	Leve
INIA – 433	8	Leve

*Línea avanza

En el caso de la chupadera fungosa la severidad fue mayor en las variedades 1 y 2 (INIA – 415 y Quillahuamán INIA). En la variedad 8 (Amarilla Ayacuchana) no se registraron daños.

Tabla 11: Grado de severidad de chupadera fungosa (*Pythium* sp., *Fusarium* sp. *Rhizoctonia solani*) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad	Severidad
INIA - 415	3
Quillahuamán INIA	3
Chucuito*	2
Salcedo INIA	2
INIA – 427	2
INIA – 431	2
INIA – 420	2
Amarilla Ayacuchana*	0
Illpa INIA	2

*Línea avanzada

Donde 0= Ausencia de síntomas, 1= Planta con lesiones o canchros, cuello de la planta atacado en menos de 25 %, 2= Planta con lesiones o canchros, cuello de la planta atacado en un 50 %, 3= Planta con lesiones o canchros, cuello de la planta atacado en un 75 %

En el caso de mosca minadora la severidad fue mayor para el tratamiento 10 (INIA – 433) con 4% considerada como leve. El tratamiento 8 y 9 (Amarilla Ayacuchana e Illpa INIA) son las que tuvieron menor porcentaje de severidad con 1%.

Tabla 12: Porcentaje de severidad de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis* spp.) de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad	% de daño	Severidad	Código
INIA - 415	4%	Leve	3
Quillahuamán	3%	Leve	3
INIA			
Chucuito*	2%	Leve	3
Salcedo INIA	2%	Leve	3
INIA – 427	3%	Leve	3
INIA – 431	3%	Leve	3
INIA – 420	3%	Leve	3
Amarilla	1%	Leve	3
Ayacuchana*			
Illpa INIA	1%	Leve	3
INIA – 433	5%	Leve	3

*Línea avanzada

Donde 1= Sin síntomas visibles de la enfermedad, 3= Decoloración ligera, sin lesiones necróticas o con 10 % de los tejidos dañados, 5= Aproximadamente 25 % de los tejidos dañados, 7= Aproximadamente 50 % de los tejidos dañados, 9= Planta con mayor severidad de ataque, aproximadamente 75 %.

El mayor porcentaje de daño de aves se obtuvo en las variedades INIA – 420 y Amarilla Ayacuchana con 85 % y 76 % respectivamente. La variedad Illpa INIA con 15 % de daño, teniendo el grado de moderado.

Tabla 13: Grado de severidad de daño por aves de diez variedades de quinua, evaluadas en el Instituto de Innovación Agraria (INIA) en condiciones de costa, Lima – 2016.

Variedad	Escala visual	Características de daño (%)	Grado
INIA - 415	4	54	Fuerte
Quillahuamán INIA	4	51	Fuerte
Chucuito*	3	30	Medio
Salcedo INIA	3	40	Medio
INIA – 427	4	75	Muy fuerte
INIA – 431	3	50	Medio
INIA – 420	5	85	Muy fuerte
Amarilla Ayacuchana*	5	76	Muy fuerte
Illpa INIA	2	15	Moderado
INIA – 433	4	55	Fuerte

Donde 1=Panoja sin daños, 2= 1 – 25 % de daños. 3= 26 – 50 % de daños, 4= 51 – 75 % de daños, 5= 76 – 100 % de daños.

*Línea avanzada

VI. Discusión

En nuestro estudio el 90 % de semillas emergieron a los cuatro días, sin embargo, cabe mencionar que en algunos casos se realizó una resiembra, generando un retraso en la emergencia. Según FAO & UNALM (2016), la emergencia es considerada la etapa más crítica en el desarrollo fenológico, especialmente por el estrés hídrico y el incremento de temperatura. Por otro lado, Apaza et al. (2013) indica que la emergencia plántulas de la quinua se realiza entre 3 – 9 días, refiriéndose a los tres días para cultivos en costa. Así mismo, Bois et al. (2006), señala que existe una relación directa entre el tiempo de germinación y la temperatura, ya que la velocidad de germinación de la variedad Surumi se logró al 100 % en 10 horas a 20 °C contra 65 horas a 2 °C, similares comportamientos tuvieron sus otras variedades evaluadas en áreas controladas. Por lo que en nuestro estudio con una temperatura promedio de 20.3 °C (Anexo 7) se logró tener una germinación temprana, lo que trajo consigo una anticipada ramificación (35 - 39 días), formación del botón floral (50 - 53 días), grano lechoso (73 – 87 días) y grano pastoso (83 – 105 días).

En relación con la madurez fisiológica, los resultados obtenidos fueron entre 91 a 120 días. Delgado et al. (2009) indica que las variedades con madurez fisiológica <130 días se las cataloga como variedades precoces. Se puede deducir que debido las temperaturas adecuadas antes mencionada, gran adaptabilidad y flexibilidad de la quinua puede llegar a tener rangos variables.

De la Tabla 9, podemos observar un rango de altura para las diez variedades entre 97.6 - 155.1 cm. Según Mujica & Jacobsen (2001), la planta de la quinua puede alcanzar una altura desde 0.30 – 3.0 metros, dependiendo de la variedad de quinua, el tipo de clima en donde es cultivado y la fertilidad de los suelos. Por otro lado, Apaza et al. (2013), indica que la altura de la variedad Amarilla Ayacuchana estaría comprendida entre 1.70 – 1.80 m; INIA – 420 entre 1.20 – 1.30 m e Illpa INIA entre 1.50 – 1.80 m. Estos rangos son superiores a los encontrados en nuestro estudio teniendo a la variedad INIA – 420 con 97.65 cm e Illpa INIA con 103.84 cm. (Rosas, 2015) señala que los valores más altos mayormente corresponden a las variedades tardías. Esta afirmación coincide con los datos de nuestros resultados (Figura 20) ya que las variedades con mayor número de días a madurez fisiológica fueron: Quillahuamán INIA, INIA – 433 y las líneas Amarilla Ayacuchana y Chucuito, siendo estas también las que obtuvieron las mayores alturas. Por otro lado, (García, 2012) indica que la diferencia de alturas puede ser debida a la constitución genotípica de las variedades y al método de siembra.

Según Apaza et al. (2013), para el descriptor ancho de panoja se logra tener hasta 5 – 7 cm y para longitud de panoja la variedad INIA – 420 tiene un rango promedio de 30 – 35 cm; Amarilla Ayacuchana con 35 cm; Chucuito con 30 cm; INIA – 431 con 33.80 cm; INIA – 427 de 30 a 68 cm. Por otro lado, en nuestro estudio para el ancho de panoja nuestros tratamientos INIA – 420 y Amarilla Ayacuchana sobrepasaron el promedio indicado, por el contrario, las demás variedades sí expresan inferioridad. Así mismo, la variedad Amarilla Ayacuchana fue la que obtuvo el mayor ancho de panoja con 13.4 cm, superando a lo determinado. López (2000), indica en su estudio que las diferencias de longitud de panoja son debidas a un mayor rango de precipitación y temperatura. Lo

señalado concuerda con nuestro estudio ya que se tuvo una temperatura máxima de 24.41 °C y un promedio de precipitación de 0.085 mm (Anexo 6 y 7).

Aparentemente, con un buen ancho de panoja, longitud de panoja y peso de panoja se lograría tener un buen rendimiento, sin embargo, la línea Amarilla Ayacuchana (1,209 kg/ha) que contiene estas tres características, no fue la que obtuvo el mejor rendimiento.

Con respecto a la incidencia de mosca minadora, en la Tabla 15 se puede observar que las variedades INIA – 415 Pasankalla (4 %) e INIA – 433 (5 %) fueron las más afectadas del grupo, pero con un bajo porcentaje de daño. Esto es debido a la aplicación de abamectina en el momento adecuado, el cuál es un acaricida que penetra en el tejido foliar y éste al ser comido por la mosca minadora es envenenada causándole parálisis y finalmente la muerte. Así mismo, se indica que la temperatura en el desarrollo de *L. huidobrensis* es determinante, mientras se eleva la temperatura el ciclo de este insecto se reduce (Lume, 2014). Y en nuestro estudio se tuvo temperaturas entre 16.19 °C – 24.41 °C, las cuales se consideran intermedias, por lo que se puede deducir que pudo haber tenido un ciclo biológico corto y más sencillo de controlar. (Cahuana, 2015), comenta que la mosca minadora presenta bastante agresividad en las fechas de siembra entre mayo a agosto en el valle de Cañete, Lima. Por otro lado, nuestra siembra fue iniciada en julio, no teniendo agresividad de este insecto.

Risco & Mattos (2014) establecen en su estudio que el progreso del mildiú fue inhibido satisfactoriamente con metalaxyl (200 g/cil) y fosfito de potasio (500cc/cil²) se aplicaron en tres oportunidades a partir de los 24 días después de la siembra con una frecuencia de 15 días. En nuestro estudio se usó también metalaxyl + mancozeb para controlar el

progreso del mildiú, teniendo eficiencia óptima entre 73 - 95%. (Danielsen et. al, 2000), para el control del *Prenospora farinosa* con una dosis de metalaxil dos semanas después de la siembra y mancozeb, tres semanas después de la siembra y por cada semana, lograron controlar hasta un 80% de mildiu y aumentar el rendimiento en 50%. Así mismo, se indica que el metalaxyl tiene gran eficacia, pero que el uso excesivo genera resistencia en la planta.

Según Apaza et al. (2013), para el descriptor peso de mil semillas, INIA – 427 tiene un promedio entre 2.90 – 3.03 gr y Quillahuamán INIA con 1.8 – 2.6 gr, siendo estos inferiores a los observados en nuestro experimento con 4.8 gr y 4.7 gr respectivamente. Por lo que Rodriguez, (2005) indica que es la precipitación adecuada junto con radiación y concentración de CO², las que ayudan a la elaboración de fotosintatos útiles para la planta, lo que da como resultado una buena formación de granos. Así mismo, señala que el peso de mil semillas no está relacionado con el rendimiento.

Para el peso de semillas por planta, Veloza et al. (2016) en su estudio indican un rango entre 140 – 260 gr, siendo este mucho mayor al obtenido en nuestro estudio con un rango entre 3.8 – 21.3 gr. Esto es debido al % de daño ocasionado por la plaga de aves, teniendo entre el 15 – 85 % de afección. La variedad INIA – 420 fue la más afectada con un 76 % y la variedad con la menor incidencia de ataque de aves fue Illpa INIA con 15 %. Sin duda esta fue la plaga que más afectó al cultivo y a su reducción del rendimiento, a pesar de las medidas que se tomaron como aparatos de sonido contra aves y espanta aves.

Por consiguiente, en nuestro estudio se obtuvo un rendimiento para INIA – 420 con 268.7 kg/ha, Illpa INIA con 369.1 kg/ha, INIA – 415 con 382.4 kg/ha y Salcedo INIA 560.1 kg/ha, de la misma forma, el índice de cosecha estuvo por debajo de los valores encontrados en bibliografía, teniendo a Illpa INIA con 29.3 %, Salcedo INIA con 15.7 % e INIA – 420 con 7.5 %. Según INIA (2013), el rendimiento para las variedades en su zona de origen son, para INIA – 415 con 4.15 t/ha; INIA – 427 con 3.50 t/ha; INIA – 420 con 2.9 t/ha e Illpa INIA con 3.0 t/ha. Por otro lado, Apaza et. al (2013) indica que INIA – 431, rinde 3.0 t/ha. Mientras que en Chilca - Huancayo, se tuvo un rendimiento para INIA – 420 de 2.3 t/ha (Mendez, 2014). Así mismo, Garrido et al. (2013), indican que, en Chile a 604 m.s.n.m., los ecotipos Baer y Baer II, propios del nivel del mar, tuvieron en la temporada 1998 -1999 un rendimiento de 3.9 y 2.8 kg/ha respectivamente y en la temporada 1999 – 2000 tuvieron un rendimiento de 1.5 y 1.4 kg/ha respectivamente, valores que también fueron mayores respecto a los datos obtenidos. Mujica et. al (2001) sostiene que las quinuas sembradas en la costa tienen un menor tiempo de desarrollo comparado al de la sierra, alcanzando hasta 6000 kg/ha. En la tabla 9 podemos observar que la variedad Quillahuamán INIA en condiciones óptimas llega a estar en el tercio superior de lo estimado por FAO & INIA (2016).

En nuestro estudio el modelo de regresión que se obtuvo para el rendimiento está asociado directamente con la altura y peso de mil granos e indirectamente con la longitud de panoja y ancho de panoja. Así mismo, Chapoñan & Fernández (2015) indican en su estudio que existe una relación directa entre el rendimiento de grano con la altura de planta y peso de mil granos, concordando con nuestro estudio y contrariamente a nuestro estudio también una relación directa con la variable longitud de panoja. De la

misma manera, Mejia (2015) señala en su estudio una relación directamente proporcional entre el rendimiento con la variable altura de planta y tamaño de panoja. Estas diferencias con nuestro estudio pudieron deberse al gran % de severidad de daño por aves, lo cual desestabilizó el rendimiento y su relación con las variables, sobretodo las relacionadas a variables de la panoja.

La siembra de quinua al no tolerar la sombra podría sembrarse en callejones dentro de un sistema agroforestal, como lo afirma (Palomeque, 2009), lo que podría tener implicancias económicas en el desarrollo rural, especialmente en la pequeña agricultura (Doyle & Waterhouse, 2008). Permitiendo a este cultivo de corto plazo interactuar con árboles, los cuales pueden proteger al cultivo y tener un sistema de mayor rentabilidad; con un modelo productivo relacionado al mercado, con variedades de mejor performance como la Quillahuamán INIA.

VII. Conclusiones

- Se rechaza la hipótesis nula.

- Para producción de cultivo de quinua en costa, la variedad Quillahuamán INIA (1841.7 kg/ha) es la que tiene el mejor performance.

- El cultivar con mayor precocidad a madurez fisiológica fue INIA – 431 (91 días), ILLPA INIA (93 días), INIA – 415 (99 días) y Salcedo INIA (99 días). Siendo Quillahuamán e INIA – 433 (120 días) variedades tardías en comparación a las demás.

- Las variedades con mayor altura fueron Ayacuchana (158.2 cm) e INIA – 433 (155.1 cm). Así mismo, las variedades con menor altura fueron INIA – 420 (97.6 cm) e Illpa INIA (103.8 cm).
- La longitud de panoja con mayor medida fue para las variedades de Amarilla Ayacuchana (45.55 cm) e INIA – 420 (46.73 cm).
- Los tratamientos Quillahuamán INIA (4.7 gr), INIA – 427 (4.8 gr) y Amarilla Ayacuchana (4.7 gr) se registraron como aquellos con mayor peso de mil granos. Por otro lado, la que tuvo un menor gramaje fue la variedad INIA – 420 (2.7 gr).
- Después del análisis de regresión las variables que se vinculan con el rendimiento son: Longitud de panoja, ancho de panoja, altura de planta y peso de mil granos.
- Existe relación indirecta entre el rendimiento y las variables longitud de panoja y ancho de panoja.
- Existe relación directa entre el rendimiento y las variables altura de planta y peso de mil granos.
- Illpa INIA (5 %) y las líneas Chucuito (9 %) y Amarilla Ayacuchana (7 %) fueron los tratamientos que tuvieron menor severidad al mildiú. Por el contrario,

INIA – 431 (27 %), Salcedo INIA (21 %), INIA – 420 (21 %) y Quillahuamán INIA (21 %) tuvieron menor resistencia.

- Amarilla Ayacuchana (severidad=0) tuvo mayor resistencia a chupadera fungosa e INIA – 415 (severidad=3) y Quillahuamán INIA (severidad=3) tuvieron una menor resistencia.

- Todas las variedades fueron afectadas levemente por la mosca minadora, por lo que no se la considera una plaga peligrosa en nuestro cultivo (1 % - 5 %).

- La plaga de aves fue la que ocasionó mayores daños en el cultivo (15 % - 85 %).

VIII. Referencias bibliográficas

- Agrobanco, U. N. (2012). Guía Técnica Manejo Agronómico del Cultivo de la Quinoa. Obtenido de Agrobanco: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-b-quinua.pdf>
- Agrodataperu. (Diciembre de 2017). Agrodataperu.
- Alfaro, C. (2016). Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa. Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/11/NR40349.pdf>
- Apaza, P. C. (Agosto de 2015). Estados Unidos devuelve 200 toneladas de quinua peruana. (D. Correo, Entrevistador)

- Apaza, R. (2008). Evaluación de diferentes niveles de abono orgánico y riego deficitario sobre el desarrollo y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano central. La Paz - Bolivia.
- Bhargava, A., Shukla, S., & Ohri, D. (2006). *Chenopodium quinoa* - An Indian perspective.
- Bioersivity International & FAO. (2013). Quinoa y sus parientes silvestres. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/018/aq658s/aq658s.pdf>
- Bois, Winkel, Lhomme, Raffailac, & Rocheteau. (2006). Reponse of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. Morocco : Science Direct.
- Cahuana, F. (2015). Quinoa del Perú. Obtenido de <https://quinuadelperu.wordpress.com/2015/08/12/principales-plagas-de-la-quinua-chenopodium-quinoa-en-la-costa-peruana/>
- Cayoja, M. R. (2004). Distancia adecuada de siembra mecanizada de quinua para condiciones del Altiplano Central de Bolivia. Obtenido de <http://ojs.aylluyachay.org/index.php/RIAFB/article/view/132/127>
- Chapoñan, & Fernández. (2015). Evaluación del rendimiento de grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) con tres distanciamientos entre surcos en el distrito de Cutervo. Lambayeque.
- Cruces, L. M., & Callohuari, Y. (2016). Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/A959BA16DF0FBE2F05257F96007A3A1D/\\$FILE/1_parte-a-i5519s.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/A959BA16DF0FBE2F05257F96007A3A1D/$FILE/1_parte-a-i5519s.pdf)

- Danielsen, Jacobsen, Echegaray, & Ames. (2000). Impact of Downy Mildew on the Yield of Quinoa. Lima, Perú.
- Delgado, A., Palacios, J., & Betancourt, C. (2009). Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n2/v27n2a04.pdf>
- Ecograins Cultivos Andinos con Alto Valor Nutritivo. (2014). Ecograins Cultivos Andinos con Alto Valor Nutritivo. Obtenido de <https://ecograins.wordpress.com/2014/04/29/caracteristicas-tecnicas-de-la-quinua/>
- Espíndola. (1994). Mejoramiento del cultivo de quinua. La Paz, Bolivia.
- F.E, P. (2009). Sistemas Agroforestales. Chiapas, Mexico.
- FAO & INIA. (2013). CATÁLOGO DE VARIEDADES COMERCIALES DE QUINUA EN EL PERÚ.
- FAO & UNALM. (2016). Guía de cultivo de la quinua. 17.
- FAO. (Julio de 2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.
- FAO. (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>
- Fox, J., & Weisberg, S. (2011). An {R} Companion to Applied Regression. Obtenido de <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- Fuentes, & Bhargava. (2010). Morphological Analysis of Quinoa Germplasm Grown Under Lowland Desert Conditions. Journal of Agronomy and Crop Science.

- Fuentes, & Bhargava. (2011). Morphological Analysis of Quinoa Germplasm Grown Under Lowland Desert Conditions. Lucknow, India.
- Garandillas, H. (1989). Razas de quinua en Ecuador.
- Garcia, L. (2012). VARIEDADES DE AMARANTO Y FECHAS DE SIEMBRA PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y FORRAJE EN SAN LUIS DE POTOSÍ. SAN LUIS DE POTOSÍ.
- Garrido, M., Silva, P., Silva, H., Muñoz, R., Baginsky, C., & Acevedo, E. (2013). Scielo. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n2/art10.pdf>
- Global MRL Database. (2018). Global MRL Database. Obtenido de <https://www.globalmrl.com>
- Gómez, L. (Abril de 2015). Quinoa peruana baja de precio por malas prácticas de agricultores de la costa. (R. Gestión, Entrevistador)
- IICA/CATIE. (1979). La quinua y la kañiwa: cultivos andinos.
- INIA. (2006). Quinoa Pasankalla. Plegable N° 9. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p233/pub.pdf>
- INIA. (2011). Quinoa INIA 427 Amarilla Sacaca. Plegable N° 10. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p147/pub.pdf>
- INIA. (2013a). Quinoa Salcedo INIA. Plegable N° 2. Obtenido de [http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS PDF 2013/02%20QUINUA%20SALCEDO%20INIA%20\(REEDIC\).pdf](http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS PDF 2013/02%20QUINUA%20SALCEDO%20INIA%20(REEDIC).pdf)
- INIA. (2013b). Quinoa Ilpa INIA. Plegable N° 3. Obtenido de <http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/T>
- INIA. (2013c). Quinoa Negra Collana. Plegable N°1. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p114/pub.pdf>

- INIA. (2013d). Quinoa INIA 431 - Altiplano. Plegable N° 10. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p123/pub.pdf>
- INIA. (2013e). Quinoa INIA 433 - SANTA ANA/AIQ/FAO. Plegable N° 18. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p129/pub.pdf>
- INIA. (2013f). Quinoa Quillahuaman INIA. Obtenido de [http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2013/04%20QUINUA%20QUILLAHUAMAN%20INIA%20\(REDIC\).pdf](http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2013/04%20QUINUA%20QUILLAHUAMAN%20INIA%20(REDIC).pdf)
- INIA. (2013g). QUINUA INIA 420 - NEGRA COLLANA. Obtenido de <http://www.inia.gob.pe/ano-internacional-de-la-quinua/130-accesos-directos/ano-internacional-de-la-quinua/372-quinua-inia-420-negra-collana>
- INIA. (2014). Innovación tecnológica en quinua. Díptico N° 1. p.2. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe/pub/p464/pub.pdf>
- J., D. C., & T., W. (2008). Social and economic implications of agroforestry for rural economic development in temperate regions En: Ecological bases of agroforestry. Daizy Rani Batish et al, CRC press.
- Jacobsen. (2003). The Worldwide Potential for Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Food Reviews International, 167 - 177.
- Jacobsen, Quispe, & Mujica. (2001). Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. Scientists and Farmer.
- James, L. E. (2009). Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Adv Food Nutr Res, 1-31.
- James, W. (1967). "Introducción a la Fisiología Vegetal". Primera Edición. Barcelona-España: Edit. Omega.

- Laguna. (2003). La Cadena Global de la Quinoa: un reto para la Asociación Nacional de Productores de Quinoa.
- Leon, B., Ortiz, N., Condori, N., & Chura, E. (2018). Cepas de Trichoderma con capacidad endofítica sobre el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum.) y mejora del rendimiento de quinoa. Scielo.
- León, J. (2003). Cultivo de quinoa en Puno - Perú. Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/07/cultivo-quinua-puno-peru.pdf>
- Lescano. (1989). Recursos fitogenéticos altoandinos y bancos de germoplasma. Potosí, Bolivia.
- López. (2000). Interacción genotipo ambiente de 18 variedades de quinoa. La Paz - Bolivia.
- Lume, J. (2014). Evaluación de insecticidas clotianidina, cartap, ciromazina y abamectina en la mortandad de larvas de *Liriomyza huidobrensis* B. en habas. Huancayo - Perú.
- Marca Vilca, S., Espinoza, P., & Poblete Vidal, A. (2015). Multiplicación de Semilla de Variedades y Ecotipos de Quinoa en Valle de. Revista de Investigación Altoandina.
- Mendez Motañez, M. (2014). Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en Chilca - Huancayo.
- Mendoza, V. (2013). Comparativo de accesiones de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de costa central.

- Mercedes, W. (2005). Efecto del estrés hídrico en la fisiología y rendimiento de cuatro variedades del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en la especialidad de producción agrícola. .
- Minagri & Senamhi. (2013). Manual de observaciones fenológicas. Obtenido de http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf
- MINAGRI. (2015). Quinoa Peruana - Situación actual y perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015. Obtenido de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/QUINUA%20AL%202015A.pdf>
- Mujica. (1983). Selección de Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México.
- Mujica. (1992). Granos y leguminosas andinas.
- Mujica. (1992). Granos y leguminosas andinas.
- Mujica, A., & Jacobsen, S. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del presente y futuro. . Santiago - Chile.
- Mujica, A., Apaza, Z. G., Chambi, W., Cutipa, S., Tito, F., Ruiz, E., & Ramos, E. (2014). Quinoa.pe. Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/02/quinua.pdf>
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathee, J. (2010). Origen y descripción de la quinua. FAO.
- Mujica, Cahahua, & Saravia. (2004). Agronomía de la quinua.

- Muñiz, A. (2017). Evaluación de plagas insectiles de quinua (*Chenopodium quinoa*) y sus controladores naturales en la localidad de Calca región del Cusco.
- Pacheco, & Morlon. (1978). Los sistemas radicales de la splantas de interés económico en el Altiplano de Puno: un estudio preliminar. Proyecto de investigación y Mejoramiento de las condiciones de desarrollo de la Agricultura del Altiplano de Puno, Perú.
- Risco, A., & Mattos, L. (2014). SEVERIDAD DE *Peronospora variabilis* GÄUM. EN *Chenopodium quinoa* WILLD. 'PASANKALLA' COMO RESPUESTA A APLICACIONES DE FUNGICIDAS SINTÉTICOS Y BIOESTIMULANTES. Lima, Perú.
- Rodriguez, J. P. (2005). EL PAPEL DEL TAMAÑO DE SEMILLA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS FRENTE A DIFERENTES PROFUNDIDADES DE SIEMBRA.
- Romero, C. A. (2017). La Quinoa: Producción y comercio del Perú. Lima: Ministerio de Producción y Riego.
- Rosas, G. (2015). EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ VARIEDADES DE QUINUA (*Cilenopodium quinoa* Willd.) BAJO DOS SISTEMAS DE CULTIVO EN LA UNIÓN-LETICIA, TARMA. Tarma.
- SIEA. (2016). Anuario Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera 2016. Obtenido de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>
- Tapia. (1990). Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Chile: INIA; FAO.

- Ttacca, B. L., Calcina, N. O., Ticona, N. C., & Yupanqui, E. C. (2018). Cepas de Trichoderma con capacidad endofítica sobre el control del mildiú (Peronospora. Scielo. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n1/a03v20n1.pdf>
- Veizaga, A. (2006). EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN DE LOS GRANOS DE VARIEDADES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) EN RELACIÓN CON LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ALTIPLANO BOLIVIANO. La Paz - Bolivia.
- Veloza, C., Romero, G., & Gómez, J. (2016). RESPUESTA MORFOAGRONÓMICA Y CALIDAD EN PROTEÍNA DE TRES ACCESIONES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) EN LA SABANA NORTE DE BOGOTÁ. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n2/v19n2a09.pdf>

IX. Recomendaciones.

- Utilizar mallas para cubrir las parcelas experimentales con la finalidad de reducir pérdidas por presencia de aves.
- Se recomienda verificar previamente la calidad de la semilla en estudios similares.
- Se propone el uso del sistema agroforestal combinando la quinua con Tara (Caesalpinia spinosa), teniendo expectativas de un mejor aprovechamiento del área sembrada y rentabilidad económica a corto plazo.
- Realizar análisis de proteínas y lípidos.

X. Abreviaturas

Presenta las abreviaturas usadas en la tesis.

XI. Anexos

ANEXO 1: CARACTERÍSTICA DE LAS VARIEDADES EVALUADAS

1.1 Variedad INIA - 415



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	105.44 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	99 días
Rendimiento de biomasa	36.80 gr
Rendimiento de semilla por planta	4.77 gr
Índice de cosecha	12.96 %
Incidencia de plagas y enfermedades	80.5%

1.2 Variedad Quillahuamán INIA



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	144.53 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	120 días
Rendimiento de biomasa	70.39 gr
Rendimiento de semilla por planta	13.12 gr
Índice de cosecha	18.64 %
Incidencia de plagas y enfermedades	86.7%

1.3 Chucuito



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	116.65 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	115 días
Rendimiento de biomasa	56.83 gr
Rendimiento de semilla por planta	13.12 gr
Índice de cosecha	23.09 %
Incidencia de plagas y enfermedades	38.5%

1.4 Variedad Salcedo INIA



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	91.53 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	99 días
Rendimiento de biomasa	39.40 gr
Rendimiento de semilla por planta	6.31 gr
Índice de cosecha	16.02 %
Incidencia de plagas y enfermedades	48%

1.5 Variedad INIA – 427



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	138.14 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	115 días
Rendimiento de biomasa	98.36 gr
Rendimiento de semilla por planta	12.82 gr
Índice de cosecha	13.03 %
Incidencia de plagas y enfermedades	51.75%

1.6 Variedad INIA – 431 Altiplano



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	149.70 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	91 días
Rendimiento de biomasa	41.89 gr
Rendimiento de semilla por planta	7.72 gr
Índice de cosecha	18.43 %
Incidencia de plagas y enfermedades	57.5%

1.7 Variedad INIA – 420 Negra Collana



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	97.46 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	107 días
Rendimiento de biomasa	56.07 gr
Rendimiento de semilla por planta	3.59 gr
Índice de cosecha	6.40 %
Incidencia de plagas y enfermedades	65.2%

1.8 Amarilla Ayacuchana



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	175.24 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	118 días
Rendimiento de biomasa	193.76 gr
Rendimiento de semilla por planta	24.29 gr
Índice de cosecha	12.54 %
Incidencia de plagas y enfermedades	47%

1.9 Variedad Illpa INIA



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	65.37 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	93 días
Rendimiento de biomasa	23.95 gr
Rendimiento de semilla por planta	4.72 gr
Índice de cosecha	19.71 %
Incidencia de plagas y enfermedades	9.75%

1.10 Variedad INIA - 433 Santa Ana



Características Evaluadas	Variable
Altura de planta	153.26 cm
Número de días hasta la madurez fisiológica	120 días
Rendimiento de biomasa	85.89 gr
Rendimiento de semilla por planta	14.01 gr
Índice de cosecha	16.31 %
Incidencia de plagas y enfermedades	46.75%

ANEXO 2: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

Descriptores		F	Sig.
Rendimiento kg/ha	Tratamiento	22.80	0.03*
	Bloque	3.37	0.00*
Longitud de panoja	Tratamiento	9.22	0.00*
	Bloque	0.02	0.83 ns
Ancho de panoja	Tratamiento	1.79	0.11 ns
	Bloque	4.70	0.00*
Biomasa	Tratamiento	8.67	0.00*
	Bloque	2.09	0.12 ns
Peso de panoja	Tratamiento	6.26	0.00*
	Bloque	1.52	0.23 ns
Altura de planta	Tratamiento	19.55	0.00*
	Bloque	1.74	0.18 ns
Peso de semilla	Tratamiento	9.81	0.00*

	Bloque	2.95	0.05 ns
Peso de mil granos	Tratamiento	13.62	0.00*
	Bloque	0.45	0.72 ns
Índice de cosecha	Tratamiento	3.42	0.00*
	Bloque	1.41	0.26 ns

Donde *= significativo ns= no significativo

ANEXO 3: REGRESIÓN LINEAL

	Estimado	Error estimado	Valor T	PR (>T)
Intercepto	5,4073775	0,2796017	19,340	<2e-16 ***
Log. Longitud de panoja	-0,5312432	0,0624161	-8,511	2,27e-16 ***
Log. Ancho de panoja	-0,1557996	0,0616778	-2,526	0,0119 *
Altura de planta	0,0191569	0,0008505	22,525	<2e-16 ***
Log. Peso de mil granos	0,6768011	0,1142949	5,922	6,12e-09 ***

ANEXO 4: TEST DE TUKEY PARA TODOS LOS DESCRIPTORES

Variedad*	Rendimiento (kg/ha)	Altura (m)	Índice de cosecha (%)	Peso de semilla (gr)	Rendimiento de biomasa (kg)	Longitud de panoja (cm)	Peso de mil grano (gr)	Peso de panoja (gr)
1	382.42 ^{de}	106.3 ^c	15.5 ^b	5.2 ^{bc}	36.3 ^{bc}	37.83 ^{ab}	4.1 ^{ab}	10.2 ^b
2	1841.7 ^a	144.9 ^a	17.8 ^a	12.8 ^a	71.6 ^{bc}	32.38 ^{bc}	4.7 ^{ab}	22.6 ^b
3	960.1 ^{bcd}	118.4 ^{bc}	25 ^{ab}	13.9 ^a	55.9 ^{bc}	24.23 ^d	4.3 ^{ab}	26.3 ^b
4	560.1 ^{cde}	114.5 ^c	15.7 ^b	6.7 ^{bc}	43.4 ^{bc}	31.78 ^{bc}	3.8 ^d	18.1 ^b
5	1035.3 ^{bc}	140.9 ^{ab}	12.4 ^b	12.9 ^a	109.7 ^{ab}	26.34 ^{cd}	4.8 ^a	29.3 ^b
6	1363.5 ^{ab}	143 ^{ab}	19.6 ^a	8.5 ^{bc}	43.4 ^{bc}	24.42 ^d	4 ^{bcd}	14.1 ^b
7	268.7 ^e	97.6 ^c	7.5 ^c	3.8 ^c	52.5 ^{bc}	46.73 ^a	2.7 ^e	12 ^b

8	1209.7b	158.2	11.7c	21.3a	184.2a	45.55a	4.7ab	54.2 ^a
		a						
9	369.1e	103.8	29.3a	5.2bc	24.5c	35.23ab	3.9cd	8.8b
		c				cd		
10	1290.3ab	155.1	15.9b	13.8a	88.1bc	39.96ab	3.7d	30.4
		a	c	b				ab

Variedad: 1: INIA – 415, 2: Quillahuamán INIA, 4: Salcedo INIA, 5: INIA – 427, 6: INIA –

431, 7: INIA – 420, 9: Illpa INIA, 10: INIA - 433

*Líneas avanzadas: 3: Chucuito, 8: Ayacuchana

ANEXO 5: ANÁLISIS DE SUELO

Número Muestra		pH	CE _(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ⁺³ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
077		7.65	1.68	3.10	1.59	16.4	157	0.00

ANEXO 6: HUMEDAD RELATIVA MENSUAL

Variable	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
HUMEDAD RELATIVA	2016	81.71	82.85	83.61	84.71	85.01	89.09	88.18	88.06	87.55	84.49	83.2	84.36
	2017	83.7	80.51	81.75	85.43	88.24	87.98	87.15	88.66	88.66	88.15	86.55	87.15
	2018	86.64	85.24	84.65	84.3	88.46	90.44	90.9					

ANEXO 7: TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN, RADIACIÓN

Fecha	T° max		PP (mm)	Radiación	
	(°C)	T° min (°C)		(w/m2)	
01/07/2016	19.81	14.41	0.09		10.54
01/08/2016	19.87	13.72	0.15		12.9
01/09/2016	21.08	14.42	0.03		14.08
01/10/2016	22.77	14.72	0		18.28
01/11/2016	25.08	14.42	0		23.72
01/12/2016	27.53	17	0		23.34
01/01/2017	29.92	20.83	0.13		20.68
01/02/2017	31.34	21.16	0.26		22.96
01/03/2017	30.86	21.44	0.24		21.16

