



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE AGRONOMÍA

Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque"

TESIS

**Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRONOMO**

Presentado por:

BACH. JORGE LUISIN SIESQUÉN ALVAREZ

LAMBAYEQUE – PERU

2018

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA..... | 6 |
| AGRADECIMIENTO..... | 7 |
| RESUMEN..... | 8 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 10 |
| 2.1. Origen..... | 10 |
| 2.2. Distribución geográfica..... | 11 |
| 2.3. Posición taxonómica..... | 12 |
| 2.4. Morfología..... | 13 |
| 2.5. Requerimientos agroclimáticos del cultivo..... | 17 |
| 2.6. Valor nutritivo y usos de la quinua..... | 19 |
| 2.7. Descripción de las variedades en estudio..... | 20 |
| 2.8. Sequía..... | 25 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 29 |
| 3.1. Lugar y ubicación del trabajo experimental..... | 29 |
| 3.2. Condiciones climatológicas..... | 29 |
| 3.3. Características físicas-químicas del suelo..... | 29 |
| 3.4. Manejo y conducción del trabajo. | 31 |
| 3.5. Tratamientos de humedad..... | 31 |
| 3.6. Determinación de las constantes de humedad. | 32 |
| 3.7. Determinación de los porcentajes de humedad..... | 32 |
| 3.8. Material genético..... | 33 |
| 3.9. Diseño experimental..... | 34 |
| 3.10. Características registradas..... | 34 |
| 3.10.1. Días a la floración..... | 34 |
| 3.10.2. Días a la madurez de cosecha..... | 34 |
| 3.10.3. Altura de planta..... | 35 |
| 3.10.4. Número de glomérulos por planta..... | 35 |
| 3.10.5. Diámetro de tallo..... | 35 |
| 3.10.6. Longitud de panoja..... | 35 |
| 3.10.7. Materia seca total..... | 35 |
| 3.10.8. Peso de 1000 granos..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 3.10.9. Rendimiento de grano..... | 35 |
| 3.11. Análisis estadístico..... | 36 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 37 |
| 4.1. Análisis de variancia de las características evaluadas..... | 37 |
| 4.2. Características evaluadas..... | 37 |
| 4.2.1. Días al inicio de floración..... | 37 |
| 4.2.2. Días a la madurez de cosecha..... | 39 |
| 4.2.3. Altura de planta..... | 44 |
| 4.2.4. Diámetro de tallo..... | 45 |
| 4.2.5. Número de glomérulos por panoja..... | 50 |
| 4.2.6. Longitud de panoja..... | 51 |
| 4.2.7. Materia seca total..... | 56 |
| 4.2.8. Peso de 1000 granos..... | 57 |
| 4.2.9. Rendimiento de grano..... | 61 |
| 4.3. Regresiones y correlaciones simples lineal | 64 |
| 4.3.1. Rendimiento de grano/ha Vs. Longitud de panoja..... | 64 |
| 4.3.2. Rendimiento de grano/ha Vs. Número de glomerulos por planta..... | 64 |
| 4.3.3. Rendimiento de grano/ha Vs. Peso de 1000 granos..... | 68 |
| 4.3.4. Rendimiento de grano/ha Vs. Materia seca total..... | 68 |
| 4.4. Análisis multivariado..... | 71 |
| 4.4.1. Análisis de Cluster..... | 71 |
| 4.4.2. Análisis de componentes principales..... | 71 |
| V. CONCLUSIONES..... | 79 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 81 |
| IX. LINKOGRAFIA..... | 82 |
| ANEXO..... | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 01. | Temperaturas y precipitación, registrados durante la conducción del trabajo experimental. Parte Baja del Valle Chancay, Fundo “La Peña”, Lambayeque, 2015..... | 31 |
| Tabla 02. | Análisis físico-químico del suelo del campo experimental, Fundo “La Peña”- Lambayeque, 2015. | 32 |
| Tabla 03. | Porcentajes de humedad determinados durante la ejecución del trabajo, en cada uno de los ambientes de humedad, con una frecuencia semanal Fundo “La Peña”, Lambayeque – Perú, 2015. | 34 |
| Tabla 04. | Análisis de variancia de las características evaluadas en 08 variedades de Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>), bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015. | 39 |
| Tabla 05. | Días al inicio de la floración. Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque”. 2015..... | 41 |
| Tabla 06. | Días a la madurez de cosecha. Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque”. 2015..... | 42 |
| Tabla 07. | Altura de planta (m). Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque”. 2015..... | 47 |
| Tabla 08. | Diámetro de tallo (mm). Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque”. 2015..... | 48 |
| Tabla 09. | Número de glomerulos. Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región | |

| | | |
|-----------|--|----|
| | Lambayeque". 2015. | 53 |
| Tabla 10. | Longitud de panoja (cm). Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque". 2015..... | 54 |
| Tabla 11. | Materia seca total (t/ha). Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque". 2015..... | 59 |
| Tabla 12. | Peso de 1000 granos (g). Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque". 2015..... | 60 |
| Tabla 13. | Rendimiento de grano (kg/ha). Comportamiento de 08 variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque". 2015..... | 66 |
| Tabla 14. | Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (t/ha) y sus componentes. | 67 |
| Tabla 15. | Historial de conglomeración..... | 73 |
| Tabla 16. | Matriz de correlaciones..... | 74 |
| Tabla 17. | Comunalidades..... | 75 |
| Tabla 18. | Varianza total explicada..... | 76 |
| Tabla 19. | Matriz de componentes..... | 77 |
| Tabla 20. | Matriz de componente rotado..... | 78 |
| Tabla 21. | Matriz de transformación de componente..... | 78 |

A mis queridos y amados padres
ISABEL BETTY Y JORGE LUIS
Como muestra de mi eterna gratitud
Por su cariño, dedicación, estímulo,
respeto y perseverancia por tus sueños.

A mis adorados hermanos:
LUIS MIGUEL Y KAROL CRISTINA,
Por ser mi ejemplo a seguir, por sus
Consejos y cuidados;
Con mucho amor.

JORGE LUISIN.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por ser la base fundamental de mi vida, por su infinito amor por haberme iluminado y señalado el camino del bien, por sus bendiciones para poder culminar mi carrera superando todos los obstáculos que se presentaron hasta lograr mi propósito.

A mi Alma Mater; **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO; FACULTAD DE AGRONOMIA**, mi fuente de conocimientos y formación académica, a los docentes que con sus enseñanzas nos prepararon para nuestra vida y retos profesionales.

Al **Ing. M. Sc. JOSÉ A. NECIOSUP GALLARDO**, por su apoyo incondicional y respaldo en la elaboración y culminación de este proyecto de tesis, por su confianza expresada en mi persona.

A los miembros del jurado: **Ing. M. Sc Gilberto Chavez Santa Cruz; Ing. Lorenzo Escurra Puicón, Dr. Ricardo Chavarry Flores**. Por ser parte del jurado calificador y por la evaluación correspondiente a este trabajo de tesis.

Finalmente, mi eterno agradecimiento a mi **Familia**; que son los cimientos fundamentales de mi vida, a mis padres que con su ejemplo y dedicación me heredan el mejor tesoro, una profesión; a mis hermanos por ser mis cómplices y apoyo en todo momento, a todos ustedes, gracias.

RESUMEN:

El objetivo de la presente tesis es evaluar el comportamiento de ocho variedades de quinua en condiciones de deficiencia hídrica y su efecto sobre el rendimiento en cultivo de Quinua (*Chenopodium quinoa L.*) tesis instalada en el Fundo Experimental “La Peña” Lambayeque – UNPRG

El material genético utilizado para la distribución experimental mediante el método estadístico Serie con Bloques al Azar, fueron las variedades siguientes: Santa Ana, Blanca Junín, Negra Collana, Amarilla Marangani, Roja Pasankalla, Amarilla Sacaca, Salcedo INIA y Mantaro.

Los tratamientos de humedad planteados fueron los siguientes:

R0: considera la conducción de parcelas bajo condiciones de deficiencia hídrica durante todas las etapas fenológicas del material genético a evaluar, hasta su madurez del cultivo.

R1: considera el manejo de los materiales genéticos bajo condiciones controladas de humedad o de riego durante todas sus etapas fenológicas.

Los resultados obtenidos en el ambiente de humedad controlado (**R1**), las variedades **Amarilla Zacaca Blanca Junín, Roja Pasankalla, Santa Ana, Amarilla Marangani, e INIA Salcedo** registraron los mayores rendimientos de grano con 4940.48, 4261.90, 4281.74, 3928.57, 3749.81 y 3757.93 kg/ha; mientras que las variedades **Negra Collana y Mantaro**, mostraron los menores rendimientos de grano, con 3452.38 y 2996.03 kg/ha.

Los resultados obtenidos en el ambiente de deficiencia hídrica (**R0**), la variedad **Amarilla Zacaca** registra el mayor rendimiento de grano con 3588.88 kg/ha, mientras que la variedad **Mantaro**, obtuvo el menor rendimiento equivalente a 1996.03 kg/ha.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú existe alrededor de 3000 muestras registradas en los bancos de germoplasma del Perú. Es un producto de alto contenido de macro nutrientes, aminoácidos y minerales, base de la dieta alimenticia de los pobladores de las zonas andinas.

El cultivo de la quinua se adecúa a diversos suelos y pisos ecológicos, desde el nivel del mar hasta los 4 000 m.s.n.m. La Asamblea General de las Naciones Unidas, en diciembre de 2011, por su alto valor nutricional y con el propósito de promocionar su consumo, declaró al año 2013 como el “Año Internacional de la Quinua”; así la quinua se convertiría en una buena alternativa para garantizar la seguridad alimentaria mundial. La Organización Mundial de Salud (OMS) califica a la quinua como un “Alimento Único” dada su capacidad como sustituta especial de las proteínas de origen animal.

Al declararse “Año Internacional de la Quinua” se impulsó la siembra en la región de la Costa del Perú, particularmente en la Costa norte, sin embargo en estos últimos años ha declinado el interés, reduciéndose las áreas de siembra; sin embargo frente al desafío de incrementar la producción de alimentos de calidad para alimentar a la población mundial en el contexto del cambio climático, la quinua tanto por sus características nutricionales como por su versatilidad agronómica se presenta como una importante opción para contribuir a la seguridad alimentaria regional y mundial en especial donde existen limitaciones para la producción de alimentos.

Por otro lado, un factor que se debe tener en cuenta es la escasez de recurso hídrico en nuestra zona, que constituye un serio problema para el manejo de las especies cultivadas, debido a las características climáticas de aridez de nuestra región. Esta característica climática, se puede mitigar con las lluvias que ocurren en la parte alta de la Sierra, cuyas aguas son almacenadas en el reservorio de Tinajones, sin embargo, cuando la ocurrencia o distribución de lluvias es errática, puede impactar negativamente en la agricultura tanto en la sierra como en la costa. El cultivo de quinua se presenta como una alternativa, por su rusticidad a condiciones adversas como la deficiencia hídrica, por lo que sería buena alternativa

para desarrollar trabajos de investigación que permitan afrontar este problema.

OBJETIVO

- Evaluar el comportamiento de ocho variedades de quinua en condiciones de deficiencia hídrica y su efecto sobre el rendimiento

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

CIRF (1981), mencionado por Colachagua (2015), reporta que, la quinua (*Chenopodium quinoa* willd), es una especie que se cultivó en forma tradicional en el área andina desde la época incaica. Fue ampliamente usada como uno de los alimentos básicos en la alimentación de algunos pueblos antiguos de Suramérica. La quinua fue domesticada, con toda probabilidad en los andes peruanos y de allí se extendió hacia el norte hasta Colombia y en el sur hasta Chile. Los hallazgos arqueológicos en el norte de Chile y en el área de Ayacucho, nos permiten fijar la fecha de su domesticación entre los años 3.000 y 5.000 antes de Cristo. El cultivo de la especie disminuyó después de la conquista española, cediendo paso a cereales introducidos como el trigo, la cebada y el arroz.

Fuente: Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathee, J. P. (Editores). <http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap1.htm>

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua, una planta andina, muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco), Perú. Existen pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quinua. Sin embargo, existen evidencias claras de la distribución de los parientes silvestres, botánicas y citogenéticas, lo que posiblemente demuestra que su domesticación tomó mucho tiempo, hasta conseguir la planta domesticada y cultivada a partir de la silvestre, proceso que probablemente se inició como planta usada principalmente por sus hojas en la alimentación y luego por las semillas. Actualmente, las especies y parientes silvestres se utilizan localmente como jataco o llipcha (verdura de hoja) en muchas comunidades del área andina. Posteriormente, la especie fue adaptada a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y culturales, haciendo que la

planta presente una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm y usos diversos en las diferentes comunidades étnicas de acuerdo a sus necesidades alimentarias.

La quinua fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas, y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces.

2.2. Distribución geográfica

La quinua en el pasado ha tenido amplia distribución geográfica, que abarcó en Sudamérica, desde Nariño en Colombia hasta Tucumán en la Argentina y las Islas de Chiloé en Chile, también fue cultivada por las culturas precolombinas, Aztecas y Mayas en los valles de México (**Heiser y Nelson, 1974; mencionado por Perez, 2018**). La quinua en la actualidad tiene distribución mundial: en América, desde Norteamérica y Canadá, hasta Chiloé en Chile; en Europa, Asia y el África, obteniendo resultados aceptables en cuanto a producción y adaptación. También, **Wilson y Heiser (1979)**, manifiestan que *Ch. quinoa* habría evolucionado independientemente en sudamérica sin influencia de las especie del Norte, siendo los posibles progenitores *Ch. hircinum* de tierras bajas o una especie silvestre extinguida de los Andes, que pudo haber sido desplazada o asimilada por el acompañante silvestre.

Rojas (1998), señala que la distribución geográfica de la quinua en la región se extiende desde los 5° Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° Latitud Sur en la Decima Región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia, existiendo así, quinuas de costa, valles, valles interandinos, puna y altiplano.

Mujica, (1988), tomando en consideración las condiciones donde se desarrolla el cultivo y la amplia variabilidad genética que se dispone, la quinua tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a diferentes climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos,

el cultivo puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88% de humedad, y la temperatura adecuada para el cultivo es de 15 a 20°C, pero puede soportar temperaturas desde - 4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm.

2.3. Posición taxonomica

Fuente: Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathee, J. P. (Editores). <http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap1.htm>

La quinua es una planta de la familia *Chenopodiaceae*, género *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección *Cellulata*. El género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia *Chenopodiaceae* y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies.

Dentro del género *Chenopodium* existen cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias: como productoras de grano, *Ch. quinoa* Willd. y *Ch. pallidicaule* Aellen, en Sudamérica; como verdura *Ch. nuttalliae* Safford y *Ch. ambrosioides* L. en México; *Ch. carnosolum* y *Ch. ambrosioides* en Sudamérica; el número cromosómico básico del género es nueve, siendo una planta alotetraploide con 36 cromosomas somáticos.

Este género también incluye especies silvestres de amplia distribución mundial: *Ch. album*, *Ch. hircinum*, *Ch. murale*, *Ch. graveolens*, *Ch. petiolare* entre otros.

Reyno : Vegetal
División : Fenerógamas
Clase : Dicotiledoneas
Sub clase : Angiospermas
Orden : Centrospermales
Familia : Chenopodiáceas
Genero : *Chenopodium*
Sección : Chenopodia
Subsección : Cellulata
Especie : *Chenopodium quinoa* Willdenow.

2.4. Morfología

Raíz

La raíz de quinua es del tipo pivotante, consta de una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales muy ramificadas. La longitud de las raíces es variable, de 0.8 a 1.5 m. Su desarrollo y crecimiento está determinado por el genotipo, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores. **Gomez –Aguilar (2016)**

Tallo

El tallo en la unión con el cuello de raíz es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso en las zonas de nacimiento de hojas y ramas. La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados. Cuando los tallos son jóvenes la médula es suave, cuando los tallos maduran la médula es esponjosa y seca y en la cosecha se cae y el tallo queda hueco o vacío. El color básico del tallo en la época de floración, puede ser verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura. En algunas variedades se puede apreciar la presencia de estrías con colores variables como el verde, amarillo, rosado y púrpura y en otras la presencia de axilas de color rosado, rojo y púrpura. Las combinaciones resultantes del color básico del tallo, el color de las estrías y el color de axilas puede ser empleado para identificar variedades. A la madurez el color del tallo, en general, se torna de un color crema o rosado con diferentes intensidades. **Gomez –Aguilar (2016)**

De acuerdo al hábito de ramificación el tallo puede ser de:

Hábito sencillo, con un solo tallo y una inflorescencia terminal definida. Este tipo de tallo; se encuentra predominantemente en variedades de los ecotipos del altiplano y los de los salares.

Hábito ramificado con las variantes: a) las ramas laterales tienen casi la misma longitud que el tallo principal y todas terminan en panojas, y b) el tallo principal tiene mayor longitud que los tallos secundarios dando a la planta una forma cónica con la base bastante amplia. Este tipo de ramificación es más frecuente en los ecotipos de Valle.

El hábito de ramificación depende del genotipo y está altamente influenciado por la densidad de siembra, nutrientes y otros factores. La cosecha mecánica puede dificultarse en las variedades ramificadas, debido a la longitud de las

diversas ramificaciones con inflorescencia y al excesivo follaje. La altura de planta, desde la base del tallo al ápice de la inflorescencia, varía de 0.5 m a más de 3 m; depende de la variedad, de la densidad de siembra, de la nutrición y del medio ambiente. Generalmente las variedades de los ecotipos de valle son más altas que las del Altiplano. **Gomez –Aguilar (2016)**

Hojas

Las hojas tienen dos partes diferenciadas: el peciolo y la lámina. El peciolo de las hojas es largo y acanalado, su longitud depende de su origen; son más largos los peciolos que se originan directamente del tallo y más cortos los que se originan en las ramas. El color del peciolo puede ser verde, rosado, rojo y púrpura. La lámina de la hoja tiene tres venas principales que se originan del peciolo. Las láminas son más grandes en el follaje y más pequeñas en la inflorescencia. Las láminas son polimórficas en la misma planta. Las láminas de la planta o el follaje pueden ser triangulares o romboidales y las de la inflorescencia pueden ser triangulares o lanceoladas. Las hojas pueden tener márgenes enteros, dentados o aserrados. El número de dientes es variable, puede variar de 3 a 20. Las hojas y las partes tiernas de la planta están generalmente cubiertas con una pubescencia vesicular– granular blanca, rosada o púrpura. Esta pubescencia granular contiene oxalato de calcio capaz de absorber agua del medio ambiente e incrementar la humedad relativa de la atmósfera que rodea las hojas, influenciando el comportamiento de las células guarda de los estomas; por lo tanto en la transpiración. El color de la lámina predominantemente es verde; en algunas variedades puede observarse hojas de color verde-púrpura. A la madurez las láminas se tornan amarillas, naranjas, rosadas, rojas o púrpuras. **Gomez –Aguilar (2016)**

Inflorescencia

Es una panoja con una longitud variable de 15 – 70 cm. Generalmente se encuentra en el ápice de la planta y en el ápice de las ramas. Tiene un eje principal, ejes secundarios y eje terciarios. Considerando la forma y posición de los glomérulos (grupos de flores) se clasifican en amarantiformes, glomerulatas e intermedias.

En el grupo amarantiforme los glomérulos están directamente insertados en el eje secundario y los glomérulos tienen una forma casi rectangular, muy semejantes a dedos. En el tipo glomerulata los glomérulos están ubicados en el eje terciario que se origina del eje secundario y toman la apariencia redondeada como las cuentas de un rosario. En el tipo intermedio los glomérulos tienen una forma no definida (entre rectangulares o redondeados). La longitud de los ejes secundarios y terciarios determina si la inflorescencia puede ser laxa, intermedia o compacta; esta última característica está asociada al tamaño de los granos, siendo los más pequeños, los formados en panojas compactas. **Gomez –Aguilar (2016)**

Flores

Las flores son sésiles o pediceladas y están agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo en la inflorescencia y la posición de las flores dentro del glomérulo, determinan el tamaño y el número de los granos o frutos. Es una planta ginomonoica porque presenta dos tipos de flores en la misma planta; hermafroditas y pistiladas. Las flores hermafroditas se encuentran en el ápice del glomérulo y son más grandes que las pistiladas, con un diámetro de 3 a 5 mm; tienen cinco tépalos, cinco anteras y un ovario súpero con dos o tres ramificaciones estigmáticas. Las flores pistiladas se encuentran alrededor y debajo de las flores hermafroditas, están formadas de cinco tépalos, un ovario súpero y dos o tres ramificaciones estigmáticas y tienen un diámetro de 2 a 3 mm. La proporción de flores hermafroditas y pistiladas es variable; el rango encontrado varía de 2 a 98%; esta proporción es importante si el cultivo se siembra en forma aislada, ya que influye en la cantidad de frutos formados. Además de ello, algunas variedades de quinua tienen esterilidad masculina. La quinua se considera autógama con un porcentaje de cruzamiento de 17%, aproximadamente. **Gomez –Aguilar (2016)**

Fruto

Es un aquenio de forma lenticular, elipsoidal, cónico o esferoidal, cubierto por el perigonio sepaloide o las envolturas florales que rodean el fruto y se desprenden 10 con facilidad a la madurez; sin embargo, en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando

la cosecha y el procesamiento industrial de los granos. El fruto está constituido del pericarpio (capa del fruto) y la semilla. El pericarpio está adherido a la capa de las semillas y el nivel de adherencia es variable, tiene alveolos en su superficie y la saponina que le da el sabor amargo al grano. El fruto puede alcanzar un diámetro de 1.5 a 3 mm. **Gomez –Aguilar (2016)**

Semilla

Presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, es la capa que cubre la semilla y está adherida al pericarpio. El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye, aproximadamente, el 30% del volumen total de la semilla y envuelve al perispermo como un anillo, con una curvatura de 320 grados. La radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro. El perispermo es el principal tejido de almacenamiento; reemplaza al endospermo y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la semilla. **Gomez –Aguilar (2016)**

El color de los granos depende de la capa en observación. Si las variedades mantienen el perigonio sepaloide (tépalos de las flores) los colores son verdes, rojos y púrpura. Si se observa el pericarpio los colores pueden ser blanco, crema, amarillo, naranja, rojo, rosado, púrpura, marrón, gris y negro. Por otro lado si el pericarpio se desprende durante el proceso de eliminación de la saponina, la capa observada es la envoltura de la semilla o epispermo y puede ser blanca, crema, roja, marrón, gris o negra. La intensidad del color puede disminuir o desaparecer en el proceso de secado de los granos en maduración en campo y la luminosidad del ambiente de almacenamiento del grano o puede ser eliminada en el agua durante el lavado de la quinoa. El color del pericarpio o capa del fruto y el color del epispermo o capa de las semillas puede ser diferente en la misma semilla. **Gomez –Aguilar (2016)**

2.5. Requerimientos agroclimáticos del cultivo

Suelo

La planta requiere de suelos francos, franco-arenosos, franco-arcilloso, con pendientes moderadas, y deben tener contenidos altos de materia orgánica porque es exigente en nitrógeno. En suelos arenosos las plantas emergen mas rápido de lo normal, pero el desarrollo de la arquitectura de la planta es débil. En suelos arcillosos el agua se anegara, pues la planta es muy susceptible a la humedad excesiva, en suelos con bajos niveles de materia orgánica su desarrollo será también muy débil propensa al ataque de plagas y enfermedades. (Calla, 2012).

pH

El pH que requiere la planta es alrededor del neutro, sin embargo puede prosperar muy bien en suelos alcalinos de hasta 9, y también en suelos ácidos de hasta 4.5., esto dependerá de la variedad de quinua; pero el pH optimo varia de 6.5-8.0. (Calla, 2012).

Clima

La amplia variabilidad genética de la quinua hace que puedan prosperar en diversos climas desde los niveles del mar, las partes altas andinas y hasta en la ceja de la selva. (Calla, 2012).

Agua

La planta es muy eficiente en el uso del agua, porque prospera en suelos de costa que son secos y también en suelos de selva que son húmedos, pero la disponibilidad de humedad del suelo es un factor determinante especialmente en las primeras etapas del cultivo desde emergencia hasta las primeras cuatro hojas. El requerimiento mínimo de precipitación para la germinación es de 30 a 45 mm por dos a cinco días, soportando después veranillos hasta por dos meses por la presencia de papilas higroscópicas en las hojas y su sistema radicular muy desarrollado para resistir esas condiciones de sequía. La cantidad requerida óptima de agua es de 300-500 mm. de precipitación por campaña agrícola, bajo estas condiciones se puede observar el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta. (Calla, 2012).

Temperatura

La presencia de bajas temperaturas afectaran especialmente en las etapas de germinación pues se requiere un mínimo de menos 4 C, también en la etapa de floración causando baja producción de polen en consecuencia esterilidad de la planta; pero en la etapa de ramificación la planta no tendrá mayores problemas a descensos de temperaturas hasta de menos 4°C. (**Calla, 2012**).

Por otra parte la presencia de altas temperaturas (veranillos) pueden afectar los procesos fisiológicos de la planta, generando que la planta acelere el proceso de producción de grano para asegurar su sobre vivencia, es decir a temprana edad fenológica se puede observar el panojamiento y la floración para su posterior llenado precoz; otro desorden también es el aborto de flores. La temperatura optima media varia en un rango de 5 – 15 C y una oscilación térmica de 5-7 C. (**Calla, 2012**).

Heladas

Ocurre cuando hay descensos extremos de temperaturas por debajo de menos 4C, bajo estas condiciones se producen alteraciones fisiológicas en las células de las plantas, rupturas del plasma por la presencia de cristales de hielo en los espacios intercelulares. Normalmente ocurren heladas en los meses de junio, julio, agosto cuando el cielo esta despejado, no hay nubes; pero puede ocurrir durante la campaña agrícola en determinados momentos. (**Calla, 2012**).

Resistencia de quinua a heladas

Depende de dos factores:

1. **Etapas fenológicas del cultivo:** la quinua puede tolerar bajas de temperatura de hasta -4°C por unos veinte días, en cualquier etapa menos los primeros 40 días y la etapa de la floración.
2. **Variedad:** hay algunos ecotipos que tienen la capacidad de tolerar hasta – 8°C y luego del ataque tienen la propiedad de recuperarse generando ramas secundarias.

Radiación

La radiación es un factor que compensa las horas de calor necesarias para la planta para poder cumplir el desarrollo normal de la planta, especialmente en zonas altas donde hay mucho frío como es Puno, y es también aquí donde la planta soporta intensas radiaciones. (Calla, 2012).

Fotoperiodo

Frente a este factor la quinua también prospera muy bien en zonas con fotoperiodos de rangos diferentes (días largos, días cortos), por la gran variabilidad genética de la planta. El óptimo es de 12 horas luz por día. (Calla, 2012).

Altitud

La quinua prospera en diferentes altitudes desde el nivel del mar hasta altitudes casi de 4,000 msnm. Siendo en el primero el periodo vegetativo corto con rendimientos altos (6000 kg/Ha) y en el segundo de periodo vegetativo largo. Con las variedades como la blanca de Junín la altitud optima es de 2800-3500 m.s.n.m, es decir de valles interandinos. (Calla, 2012).

Canahua, (1997), indica en cuanto al agua, la quinua prospera con 250 a 500 mm anuales en promedio, en caso de utilizar riegos estos deben ser suministrados en forma periodica y ligeros, los sistemas de riego pueden ser tanto por gravedad como por aspersion o goteo; se recomienda efectuar riegos por gravedad en la sierra y valles interandinos, utilizando poco volumen de agua y con una frecuencia de cada 10 dias, considerando al riego como suplementario a las precipitaciones o como para adelantar las siembras, o cuando se presenten severas sequias, en caso de la costa donde no hay precipitaciones se recomienda utilizar riego por aspersion por las mananas muy temprano o por las tardes.

2.6. Valor nutritivo y usos de la quinua

Fairlie (2015), mencionado por **Perez (2018)**, señala que, según la OMS y la FAO, la quinua es el alimento ideal para el ser humano, porque su proteína

contiene el mejor balance de aminoácidos, incluyendo los ocho aminoácidos esenciales, que no pueden ser producidos por el organismo humano. Es un alimento de fácil digestión, recomendable para celíacos, diabéticos y para quienes tienen intolerancia a la lactosa; por sus características nutritivas es un sustituto de la carne o la leche. Es una especie considerada como un pseudo-cereal con proteínas de alto valor biológico, y la Asamblea General de la Naciones Unidas declaró el año 2013 como el «Año internacional de la quinua» (FAO 2011). Hay experiencias exitosas de empresas y asociaciones de productores que han logrado una adecuada inserción internacional, del mismo modo que otros productos que tienen mercados-nicho, como el café y el banano orgánico, y diferentes productos del biocomercio, tales como sachá inchi, uña de gato, maca, kiwicha.

<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/quinua.htm>

Actualmente la quinua se le utiliza en la preparación de sopas, guisos, graneados, purés, postres y bebidas; transformada en harina: en panificación, galletas, postres, dulces, bebidas, elaboración de fideos mezclado con otras harinas, ingrediente de salchichas y albóndigas, Hojuelas: bebidas, sopas, dulces; Popeadas o Pipocas: para uso directo solo o con yogurt, helados, postres y chocolate.

2.7. Descripción de las variedades en estudio

<http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>, mencionado por **Perez (2018)**, refiere la descripción de las variedades en estudio

INIA 427 - Amarilla Sacaca

Selección panoja surco del material colectado de la comunidad de Sacaca, distrito de Pisac, provincia de Calca en el año 1994. Codificada en el banco de germoplasma como SP-AM-PISAC00000175C. Adaptación óptima en los pisos de valles interandinos de las regiones Cusco y Apurímac, entre los 2750 y 3650 msnm. El obtentor de esta variedad es el Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA Andenes, Cusco (INIA).

Características

| | |
|---------------------------------|----------------|
| Tipo de Crecimiento : | Herbáceo |
| Hábito de crecimiento : | Simple |
| Ciclo Vegetativo : | 160 a 170 días |
| Altura de planta : | 1,50 a 1,70 m |
| Rendimiento promedio de grano : | 3,50 t/ha |

Amarilla Marangani

Variedad tradicional procedente de la provincia de Canchis – Sicuani, desarrollada a través de selección masal. Se obtuvo en el Cusco, provincia de Canchis – Sicuani. Adaptación óptima en los pisos de valles interandinos de las regiones de Cusco y Apurímac, hasta los 3650 msnm.

INIA 420 – Negra Collana

Fue liberada en el 2008, por INIA EEA-ILLPA, PUNO. Es un compuesto de 13 accesiones, comúnmente conocidos como “Quytu jiwras”, a partir de las accesiones que fueron recolectadas en 1978, de las localidades de Caritamaya, distrito de Ácora, Provincia de Puno. Se adapta en la Zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas de 4° a 15°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0. También se adapta a valles interandinos y a la costa peruana.

Salcedo INIA

Fue liberada en la Región Puno, 1995 por el Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA Illpa Puno (INIA). Se obtuvo mediante una cruce de las variedades Real Boliviana x Sajama en Puno. El proceso de selección del material segregante se realizó por el método masal genealógico en la EEA Illpa Puno, en 1983. Se adapta bien el Altiplano en la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano entre los 3800 y 3950 msnm, con clima semi seco frío, precipitación pluvial de 400 a 560 mm, con temperaturas de 6° a 17°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 7,8. Valles interandinos y costa de 640 a 1314 msnm, temperatura máxima de 24 a 25°C en suelos de textura arenosa.

INIA 415 - Pasankalla

El obtentor es el Instituto Nacional de Innovación Agraria, EEA Illpa Puno (INIA), fue liberada en el 2006.

Se obtuvo mediante el método de Selección panoja surco, a partir de la colecta ingresada al banco de germoplasma con el código PIQ031069 procedente de la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno en 1978. Se adapta a la zona agroecológica suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas de 4° a 15°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0. También se adapta a valles interandinos entre los 2750 a 3750 msnm y en costa entre los 640 y 1314 msnm, temperatura máxima de 24 a 25°C en suelos de textura franco arenoso.

Mantaro

Es una quinua de color blanco de sabor dulce se adapta de 1500- 3500 m.sn.m.

Blanca De Junin

Fue liberada en la Región Junín por la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP). Se obtuvo por selección masal originaria de la región central del Perú. Adaptación óptima en los pisos de valles interandinos hasta los 3500 msnm.

Santa Ana

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Huancayo, en la región Junín, presentó la nueva variedad de quinua INIA 433 Santa Ana AIQ/FAO, la cual se caracteriza por su mejor calidad de grano y su alto rendimiento. Fue lanzada en el año 2013.

Esta variedad de quinua tiene un máximo rendimiento que alcanza las 3.5 toneladas por hectárea, además de tolerar diferentes enfermedades, entre ellas la Mildiu (*Peronospora farinosa*) y *Phoma* sp.

“En Puno se realizaron las hibridaciones y allí se hicieron los ensayos preliminares, y el paquete de 22 líneas seleccionadas de quinua se trabajó durante nueve años en campos de productores del valle del Mantaro.

Tiene buena calidad del grano, de 2.1 milímetros, a diferencia de las otras variedades conocidas que llegan a 1.8 milímetros.

<http://www.lamolina.edu.pe/Rectorado/web/2013/variedad.pdf>

En Perú hay unas 3,000 variedades de quinua, informa Universidad Agraria Lima, Abr. 19 (ANDINA). La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) ha logrado determinar la existencia de unas 3,000 variedades de quinua en Perú, cifra que se incrementaría más adelante gracias al desarrollo genético de las semillas que efectúa esa institución y a la siembra de las mismas a 3,000 metros sobre el nivel del mar. La jefa del Programa de Cereales de dicha casa superior de estudios, la ingeniera agrónoma Luz Gómez Pando, informó que las investigaciones de la universidad en su estación experimental de Junín arrojan resultados útiles para las necesidades económicas y nutricionales actuales de la población. Por las evaluaciones de calidad que realiza el equipo de profesionales del programa, comentó Gómez Pando, se han descubierto quinuas con diferentes valores proteínicos; por ejemplo, una presencia de 7 a 22 por ciento de proteínas. En diálogo con la Agencia Andina, la experta también se refirió a la diversidad de colores que presenta este grano. "Cada color responde a una pigmentación diferente y en algunos casos se relaciona con la cantidad de vitaminas y antioxidantes que posee la quinua". La especialista en mejoramiento genético de plantas comentó que también hallaron presencia de saponina, un elemento químico que le da el sabor amargo al grano andino. Por ese motivo, dijo, algunos tipos de quinua son dulces, semidulces o amargos. Una noticia importante para los agricultores dedicados a la producción de quinua, desde Cajamarca hasta Puno, es el descubrimiento de un tipo de quinua resistente al mildiu, una enfermedad que afecta el cultivo de algunas plantas. De utilizar la semilla de esta variedad de quinua, los campesinos ya no requerirán de fungicidas, que, además de amenazar el medio ambiente, encarecen sus costos de producción. La quinua estudiada en la Universidad Agraria es sembrada en zonas altoandinas de Junín.

El Programa de Cereales de la UNALM, se creó en 1968 y desde entonces investiga todo lo referente a los cereales (trigo, cebada, avena y centeno) y granos (quinua, kiwicha y cañihua) que produce Perú. Además de realizar investigaciones sobre el valor agronómico, nutritivo, respuestas a enfermedades y al cambio climático de la quinua, también lleva a cabo estudios de mejoramiento genético y de técnicas de cultivo. En la actualidad, según datos de la UNALM, existen 35,000 hectáreas de cultivo de quinua a nivel nacional que producen aproximadamente 48,000 toneladas del grano andino. En febrero último, en una sesión especial, la Organización de Naciones Unidas llevó a cabo el lanzamiento del Año Internacional de la Quinua, iniciativa impulsada por Bolivia y Perú, en reconocimiento al elevado aporte nutricional de ese grano andino

La Dirección general de políticas agraria (MINAGRI, Lima, Marzo 2017). La Quinua : producción y comercio del Perú, concluye que:

- a) El nivel de la producción nacional de la quinua ha declinado en los dos últimos años, sin embargo esta se mantiene en niveles muy por encima de las que se había producido en el 2013, año del AIQ, y lo más importante, con una mejora en su calidad.
- b) El deterioro de los precios de la quinua ha impactado negativamente en el comportamiento de las exportaciones, debido a la elevada oferta exportable de quinua convencional, al que se sumó la negativa del ingreso a EE.UU. de algunos embarques de quinua con ciertos contenidos de plaguicidas, derivando en una elevada oferta coyuntural.
- c) En una estratégica reacción, Perú ha logrado abrir nuevos mercados, entre ellos la Unión Europea, Canadá, un poco lejos Israel y Brasil; reflejado en un importante crecimiento del volumen de las exportaciones en el 2015 y 2016.
- d) Si bien es posible exportar quinua convencional, a menores precios, se recomienda mejorar la calidad y presentación de la quinua peruana, así como promover el cultivo de quinua orgánica andina, que es la más apreciada en el mercado mundial.

e) Por cuestiones socio-culturales siempre se mantendrá vigente el cultivo de la quinua en el Perú.

Se debe sumar un trabajo más coordinado entre el Estado y el sector privado a fin de fortalecer la cadena productiva de la quinua (semillas, abono, tecnología, créditos, comercio, etc.).

f) Se recomienda que Promperú y el MINAGRI diseñen un programa de promoción del consumo y difusión de las ventajas de la quinua orgánica andina, el primero en los principales mercados de destino, y el segundo en el mercado interno, a fin de mejorar la imagen de la quinua peruana, como quinua de calidad, libre de plaguicidas y si es posible como íntegramente orgánica.

2.8. Sequía

La sequía, es una de las limitantes más importantes de la producción de quinua en los Andes, que está asociada a zonas que reciben insuficiente precipitación pluvial, inadecuada y errática distribución. Este causa efectos detrimentales drásticos en las plantas y en la producción de las mismas, trayendo como consecuencia escasez de alimentos y migración de personas, sobre todo en zonas que solamente se produce quinua como es gran parte del altiplano peruano-boliviano.

Sin embargo, la quinua ha desarrollado mecanismos de defensa y evasión morfológicos, anatómicos, fisiológicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones drásticas de escasa precipitación de solo 150 a 250 mm (Mujica *et al.*, 1998). Del mismo modo el agricultor andino de quinua dispone de estrategias que le permiten enfrentar con relativo éxito esta adversidad, mediante el manejo de parcelas ubicadas en diferentes pisos altitudinales, diferentes tipos de suelos, uso de la diversidad genética y técnicas apropiadas de cultivo, a pesar de disponer de pequeñas parcelas y recursos económicos limitados ([Mujica & Rueda, 1997](#); [Paz, 1992](#)).

Se han descrito dos filosofías principales del mejoramiento genético dirigido a la obtención de mejores genotipos en su resistencia a condiciones limitantes. La resistencia puede estar presente en tal variedad y expresarse como un componente no identificado de la estabilidad en el comportamiento bajo varios ambientes. Durante el proceso de mejoramiento, el rendimiento y la estabilidad en comportamiento se manejan como un complejo. La acumulación de genes ambientales estables se iguala con un mejor comportamiento bajo situaciones desfavorables (**Blum, 1979**).

Hurd (1976), ha revisado muchos casos en los que la limitación de agua en la planta disminuyó con el aumento en la profundidad y la ramificación de las raíces. Puede haber, sin embargo, algunas características ecológicas en las que un crecimiento radical reducido, particularmente temprano en el ciclo del cultivo, es una ventaja.

La deficiencia de humedad para causar daño depende de la especie, de la edad de la planta, de las características de retención de humedad del suelo y de las condiciones atmosféricas (**Kramer, 1980**).

El efecto más general y obvio del déficit hídrico es la reducción del área foliar y finalmente el rendimiento.

El agua es vital en cualquier etapa de desarrollo de la planta (**Treshow, 1970**). Generalmente se tiene daños más perjudiciales en ciertas etapas de desarrollo, reflejándose en una disminución del crecimiento y del rendimiento.

Las plantas responden al déficit de humedad en un gran número de formas, dependiendo particularmente del tiempo de ocurrencia y del periodo de tensión del que están sujetas (**Levitt, 1972; Kramer, 1983; Schmit, 1983**). Así el déficit de humedad puede producir un cambio en la morfología, fisiología y bioquímica de la planta (**Kramer, 1983**). Aunque el déficit de humedad afecta el crecimiento de la planta, algunos órganos son más afectados que otros. La relación entre hojas y tallos son disminuidas.

Fisher y Turner (1978) han analizado la productividad de las plantas bajo condiciones áridas y semi-áridas en términos de agua total transpirada (obtenida), la eficiencia con la que esta agua es usada (eficiencia en el uso del agua como gramos de materia seca producida por gramos de agua transpirada) y el índice de cosecha (la relación entre el rendimiento económico y la materia seca total). Estos autores encontraron poca diferencia de evidencias consistentes entre variedades en cuanto a la eficiencia en el uso del agua, así que el rendimiento bajo condiciones limitantes de humedad estuvo determinado por la transpiración total (exploración radical, etc.) y el índice de cosecha (estos dos parámetros pueden ser antagónicos, i.e. un aumento en la materia seca distribuida a las raíces para permitir una exploración radical extra podría reducir el índice de cosecha). En el caso del trigo hay evidencia de que existe el potencial genético para aumentar tanto el índice de cosecha como los patrones de enraizado (**Fisher y Turner, 1978; Passioura, 1981**).

Los efectos de la sequía en la morfología, fisiología y fenología de la planta es generalmente la reducción en la expresión de características específicas. El efecto de la sequía en el rendimiento económico sigue un patrón similar. En frijol, la reducción del rendimiento está generalmente en función del bajo número de vainas, y a su menor longitud, a cambios en el número de semillas por vaina y al tamaño de semilla. De los componentes de rendimiento, el tamaño de semilla experimenta cambios poco significativo. La importancia de las vainas fijadas como un primer factor de resistencia a sequía ha sido enfatizado por **Stocker (1974)**.

La producción del cultivo resistente a sequía no debe de estar referida en términos de mecanismos fisiológicos pero si como un parámetro de estabilidad, lo cual permita mantener el rendimiento de grano a pesar del estrés hídrico impuesto. Así, la resistencia a la sequía puede ser definida por un porcentaje de reducción en rendimiento entre la condición estresada y la no estresada. Por lo tanto los altos rendimientos en ambientes secos pueden ser considerados como un efecto residual del alto potencial de rendimiento.

Perez (2018), en un trabajo realizado con las mismas variedades en la sierra de Cutervo, encontró que en condiciones de riego, la Variedad **Amarilla Marangani** registro el mayor rendimiento de grano con 3331.74 kg/ha, mientras que la variedad **Roja Pasankalla** registro el menor rendimiento de grano, con 1167.45 kg/ha. En condiciones de **secano**, determinó que la variedad **Amarilla Sacaca**, obtuvo el mayor rendimiento de grano, sin embargo las variedades **Negra Collana, Santa Ana y Roja Pasankalla** mostraron los menores rendimientos, con 1371.43, 1392.85 y 1057.14 kg/ha. Asi mismo **Perez (2018)**, determina que los efectos causados por la condición de secano, se tradujo en una reducción de los rendimientos en la mayoría de las variedades, comparados con los obtenidos en condiciones controladas, siendo las variedades **Amarilla Maranganí** ($100\% - 64.52 = 35.48\%$), **Blanca de Juli** ($100\% - 56.27\% = 43.73\%$) y **Negra Collana** ($100\% - 76.79\% = 23.21\%$) las mas afectadas.

Cabrera (2016), registro que las variedades **Amarilla Sacaca, Amarilla Marangani** lograron los mayores rendimientos de grano con 4066.50 y 3937.50 kg/ha; mientras que las variedades **Chullpi y Roja Pasankalla** mostraron los menores rendimientos de grano con 1881.3 y 1374.9 kg/ha.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR Y UBICACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se ejecutó en el Fundo “La Peña” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en el distrito de Lambayeque, desarrollándose entre los meses de Julio y diciembre del 2015. El lugar se ubica geográficamente a 6°43' 53.5” de Latitud Sur y 79°54'35.41” de Longitud Oeste y una altitud de 18 m.s.n.m.

3.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Durante el desarrollo del trabajo, se registró las temperaturas máximas, medias y mínimas, así como las precipitaciones. Las temperaturas máximas oscilaron entre 24.43 y 26.57°C, correspondientes estas, a los meses de agosto y noviembre, mientras que las mínimas fluctuaron entre 16.98 y 19.36°C que correspondieron a los meses de agosto y noviembre del 2015 (**Tabla 01**). No se presentó precipitaciones. Por lo referido por **Pinto (2013)**, que la quinua se adapta a muy diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco hasta el frío y seco, más dentro de ello prefiere los climas templados y fríos que es en donde alcanza un mayor rendimiento, con una temperatura óptima entre los 8°C a 15°C; podemos decir que los datos meteorológicos de temperatura registrados durante el desarrollo del presente trabajo, son aceptables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de quinua.

3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-QUÍMICAS DEL SUELO

Se tomaron dos muestras por cada bloque, para luego hacer una muestra compuesta, la cual fue llevada al laboratorio para su análisis físico – químico respectivo. (**Tabla 02**). Los resultados del análisis arrojó un suelo con una clase textural Franco Arenoso, contenido ligero de sales, alto contenido de fósforo, alto contenido de potasio, contenido medio de magnesio, contenido muy bajo de nitrógeno, bajo contenido de calcio, con pH de reacción ligeramente alcalina. Los resultados de análisis, no afectaron al desarrollo del cultivo de Quinua; se complementó con aplicación de la fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica.

TABLA 01. Temperaturas y precipitación, registrados durante la conducción del trabajo experimental. Parte Baja del Valle Chancay, Fundo “La Peña”, Lambayeque, 2015.

| Mes/año | Temperatura (°C) | | | Precipitación. (mm) |
|------------------|------------------|--------|-------|------------------------|
| | Máxima | Mínima | Media | |
| Julio, 2015 | 25.46 | 18.23 | 21.85 | 0.00 |
| Agosto, 2015 | 24.43 | 16.98 | 20.70 | 0.00 |
| Septiembre, 2015 | 25.84 | 18.02 | 21.93 | 0.00 |
| Octubre, 2015 | 25.95 | 18.69 | 22.32 | 0.029 |
| Noviembre, 2015 | 26.58 | 19.36 | 22.97 | 0.00 |

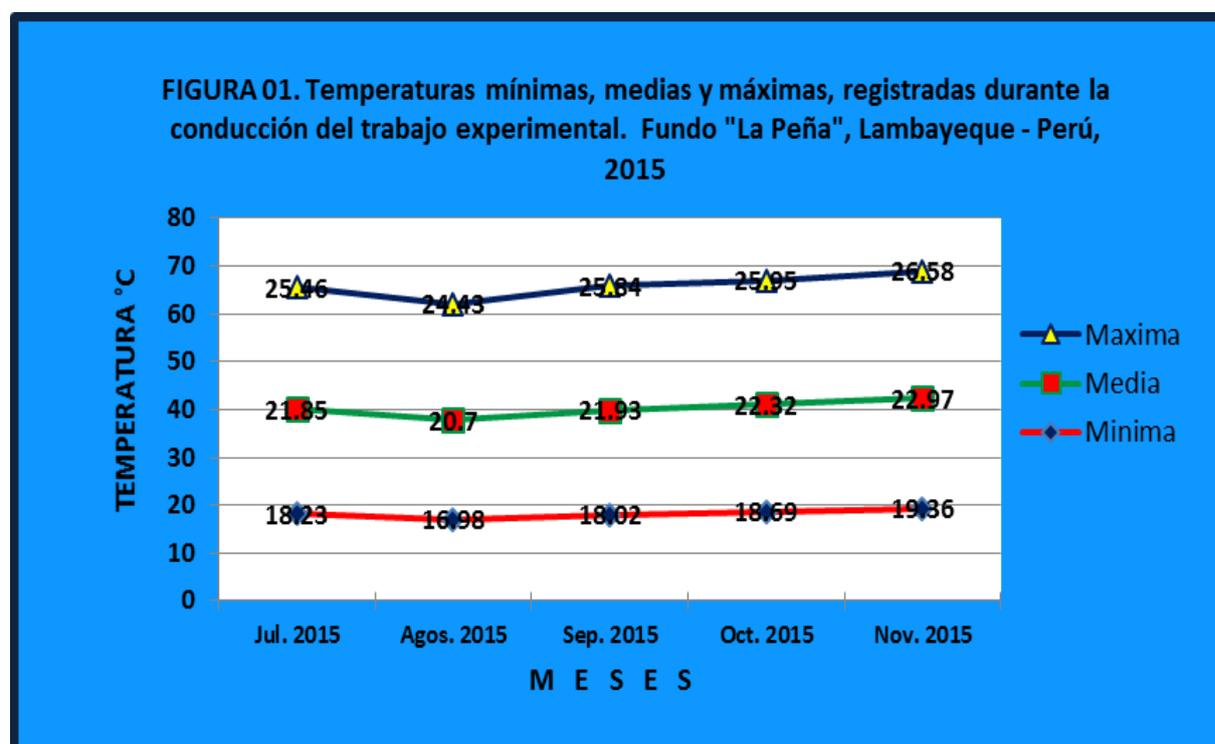


TABLA 02. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental, Fundo “La Peña”- Lambayeque, 2015.

| Muestra | Textura | C.E. | pH | N % | P ppm. | K Meq/l | Calcio Meq/l | Mg Meq/l |
|---------|---------|---------------------|------|--------|--------|---------|--------------|----------|
| | | mS.cm ⁻¹ | | | | | | |
| | FrAo | 1.979 | 7.87 | 0.0166 | 70.87 | 17.85 | 3.57 | 1.14 |

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo 2015.

3.4. MANEJO Y CONDUCCIÓN DEL TRABAJO.

Para la preparación del terreno, se utilizó rastra cruzada, para luego nivelarlo y realizar el trazado del área experimental, de acuerdo al diseño experimental. Para la siembra, previamente se realizó el rayado de a un distanciamiento de 0.70 m. La semilla fue tratada previo a realizar la siembra, con Orthene y Rizolex para evitar el ataque de gusano de tierra y hongos del suelo. La siembra se realizó el 10 de julio del 2015. Se consideró cuatro hileras por unidad experimental. Las malezas fueron eliminadas durante lo primeros 40 días para evitar la competencia. La presencia de enfermedades y plagas fue controlada en forma oportuna. De acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo, se proporcionaron los riegos por gravedad. La fertilización, se realizó 12 días después de la siembra, utilizándose como fuente nitrogenada, urea; como fuente fosfatada el Fosfato Diamónico y de potasio el Sulfato de Potasio, así mismo se utilizó humus como fuente orgánica, y abono foliar.

3.5. TRATAMIENTOS DE HUMEDAD

Se tuvo en consideración dos tratamientos de humedad:

R0 : Este tratamiento consideró la conducción de las parcelas bajo condiciones de deficiencia hídrica durante todas las etapas fenológicas del material genético a evaluar, hasta su madurez del cultivo

R1 : Este tratamiento consideró el manejo de los materiales genéticos bajo condiciones controladas de humedad o de riego durante todas sus etapas fenológicas

3.6. DETERMINACIÓN DE LAS CONSTANTES DE HUMEDAD.

En el área experimental, se recogieron muestras de suelo, en las cuales se determinó mediante método gravimétrico, las constantes de humedad:

Capacidad de Campo (CC), se determinó mediante el método de columna que consiste en utilizar mangueras de plástico transparente de 40 cm de longitud, en las cuales se les colocó el mismo volumen de suelo tamizado, tomado del área de siembra del trabajo experimental, pero previamente se les hermetizó con un tapón en la parte inferior, luego se procedió a ubicar las mangueras en forma vertical para luego colocarles 20 ml de agua; esto generó un perfil húmedo durante 24 horas, para luego proceder a tomar de cada manguera una muestra de suelo húmedo del tercio húmedo, colocándose la misma en un bote de lata para luego llevarla a estufa por espacio de 72 horas a 85 °C. Después se determinó el % de humedad en ese estado, que equivaldría a la capacidad de campo.

Punto de marchites permanente (PMP), se determinó mediante el método de la desecación; que consistió en colocar suelo del área de siembra en macetas plásticas con el mismo volumen y peso; en ellas se sembró quinua y se colocó agua en un mismo volumen, con una frecuencia de tres días de tal manera de mantener la capacidad de campo desde la germinación hasta que las plantas tengan una edad de 25 días. En ese estado se suspendió el riego hasta que las plantas presentaran un estado de marchites total, en ese estado se tomaron muestras del tercio medio del volumen de cada maceta, las cuales se sometieron a estufa a 80 °C por espacio de 72 horas y se determinó el % de humedad, que equivaldría al PMP.

3.7. DETERMINACIÓN DE LOS PORCENTAJES DE HUMEDAD

Para ello, se realizará muestreos de suelo con una frecuencia semanal, en el área experimental, a una profundidad de 0.40 m., esto con el propósito de controlar la humedad del suelo en función de las constantes de humedad (**Tabla 03, Figura 02**).

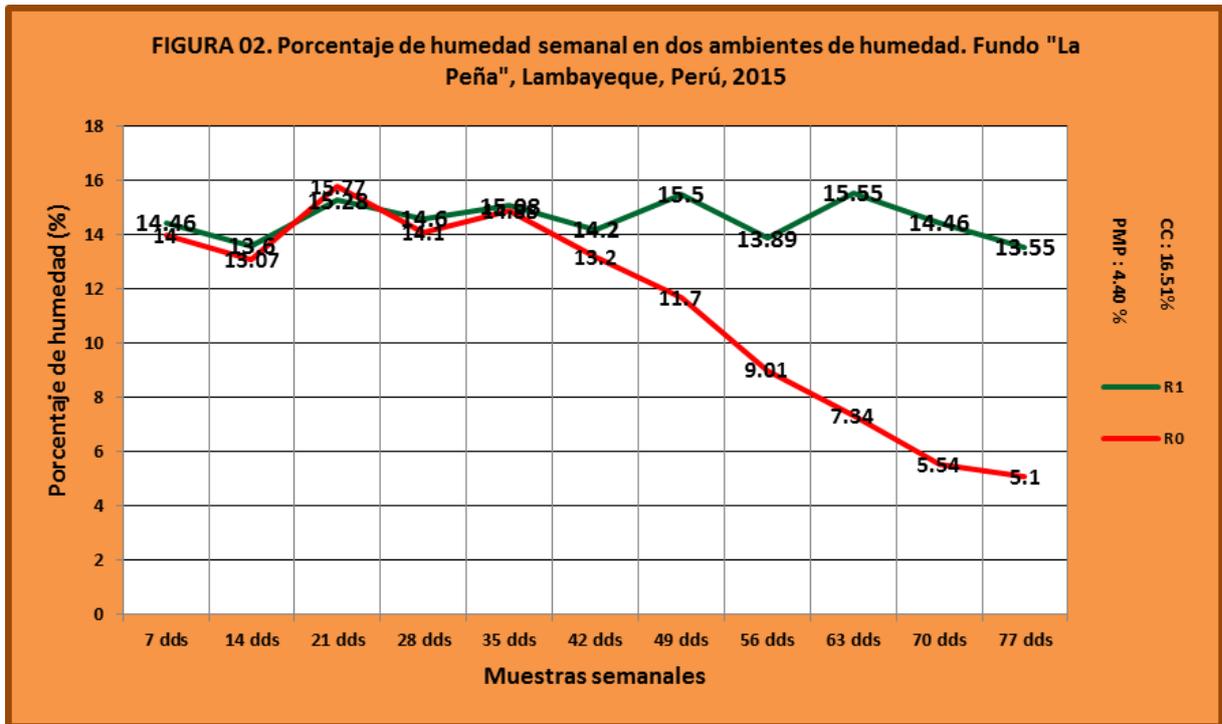
3.8. MATERIAL GENÉTICO

Se evaluaron ocho variedades:

- Santa Ana
- Roja Pasankalla
- Blanca de Junín
- Negra collana
- Amarilla Marangani
- Amarilla Sacaca
- Salcedo INIA
- Mantaro

TABLA 03. Porcentajes de humedad determinados durante la ejecución del trabajo, en cada uno de los ambientes de humedad, con una frecuencia semanal Fundo “La Peña”, Lambayeque – Perú, 2015.

| CONSTANTES DE HUMEDAD | PORCENTAJE DE HUMEDAD | |
|--|-----------------------|-------|
| Capacidad de Campo (CC) | 16.51 % | |
| Punto de Marchites Permanente (PMP) | 4.40 % | |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD DETERMINADO SEMANALMENTE EN CADA TRATAMIENTO | | |
| | R1 | R0 |
| 7 dds | 14.46 | 14.00 |
| 14 dds | 13.60 | 13.07 |
| 21 dds | 15.28 | 15.77 |
| 28 dds | 14.60 | 14.10 |
| 35 dds | 15.08 | 14.88 |
| 42 dds | 14.20 | 13.20 |
| 49 dds | 15.50 | 11.70 |
| 56 dds | 13.89 | 9.01 |
| 63 dds | 15.55 | 7.34 |
| 70 dds | 14.46 | 5.54 |
| 77 dds | 13.55 | 5.10 |



3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental, adecuado para este trabajo, fue el denominado Experimento en Serie con Bloques Completos al Azar. Los ambientes de humedad fueron conducidos en forma separada, constituyendo cada uno un experimento, con tres repeticiones; la ubicación del material genético dentro de cada repetición fue en forma aleatoria.

3.10. CARACTERÍSTICAS REGISTRADAS

3.10.1. Días a la floración

Se registró los días que se necesitaron desde la siembra hasta cuando en el 50% de las plantas de cada parcela se presentó emisión de polen en las panojas.

3.10.2. Días a la madurez de cosecha

Se registró los días cuando las plantas manifestaron senescencia y las panojas presentaron una coloración totalmente amarilla.

3.10.3. Altura de planta

Se tomó ocho plantas competitivas de cada parcela. La altura se midió desde la base del tallo hasta la parte terminal de la panoja.

3.10.4. Número de glomérulos por planta

Esta característica se determinó, en una muestra de ocho plantas por unidad experimental.

3.10.5. Diámetro de tallo

Se registró en una muestra de ocho plantas por unidad experimental, a las cuales se les midió el diámetro con un vernier.

3.10.6. Longitud de panoja

Se registró en una muestra de siete plantas, en las cuales se midió la panoja, para luego obtener un valor promedio.

3.10.7. Materia seca total

Se determinó a la madurez fisiológica; para ello se tomó un metro lineal, en el surco lateral para cada parcela. Las muestras se sometieron a estufa por espacio de 72 hrs. a 75° C, hasta obtener un peso constante.

3.10.8. Peso de 1000 granos

Se tomó dos muestras de 1000 granos por unidad experimental, luego se obtuvo un promedio.

3.10.9. Rendimiento de grano

Se registró pesando lo cosechado en la unidad experimental o parcela, llevando al 14% de humedad. Se expresó en kg/ha.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todas las características fueron analizadas siguiendo dos procedimientos:

- a.) Para el análisis de varianza del tratamiento R0 y R1 se aplicará el modelo de bloques al azar:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = es la observación de la i-ésimo variedad en el j-ésimo bloque

μ = es la media general del experimento

α_i = es el efecto asociado de la i-ésimo variedad

β_j = es el efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} = variación aleatoria asociada a la parcela de la i-ésima variedad en j-ésimo bloque

- b.) Para el análisis de la interacción de las variedades por los tratamientos de humedad, se utilizará el modelo correspondiente al diseño experimental considerado, referente a un análisis combinado de R0 + R1 (Martínez, 1988).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = es el valor de la característica en estudio observado en el tratamiento de humedad i en el bloque j y con la variedad k

μ = es la media general

α_i = es el efecto del tratamiento de humedad i

β_{ij} = es el efecto del bloque j dentro del tratamiento de humedad i

γ_k = es el efecto del variedad k

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = es el efecto de la interacción de la variedad k por el tratamiento de humedad i

ε_{ijk} = es el efecto aleatorio asociado a la parcela del variedad k en el bloque j y en tratamiento de humedad i

Para la comparación de medias de los tratamientos de humedad, y para las variedades, se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANALISIS DE VARIANCA DE LAS CARACTERISTICAS EVALUADAS

El análisis de varianza combinado determinó que para la fuente de variación humedad, las características en su mayoría, con excepción de días al inicio de floración, mostraron significación y alta significación estadística, lo que indica que los niveles de humedad difirieron estadísticamente, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa. Para la fuente de variación variedad se determinó que, en la mayoría de las características, excepto los días al inicio de floración y materia seca total, existió significación y alta significación estadística, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula. La interacción variedad*humedad, solo fue no significativa en la mayor parte de características, indicando que el comportamiento de las variedades fue similar al pasar del ambiente control (Riego) al ambiente estresado por deficiencia hídrica. Los valores de coeficientes de variación obtenidos indican confiabilidad en el registro de información cuando las diferentes características fueron evaluadas. **(Tabla 04).**

4.2. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

4.2.1. Días al inicio de floración

Comparando los valores promedio ($R_1 + R_0 / 2$) obtenidos por las variedades, aplicando la prueba de Tukey, se detectó que fueron similares, oscilando los mismos entre 40.67 y 38.83 días para iniciar la floración, valores que correspondieron a las variedades Roja Pasankalla y Negra Collana. **(Tabla 05, Figura 03).**

Analizando el comportamiento de las variedades en ambiente de Riego, se determinó, cuando se aplicó la prueba de Tukey, similitud estadística entre los valores promedio obtenido por las variedades, fluctuando los mismos entre 41.00 y 39.33 días, valores que pertenecieron a las variedades Roja Pasankalla y Negra Collana. Al igual que el comportamiento de las variedades en condiciones controladas (Riego), sucedió en condiciones de deficiencia hídrica (R0). **Perez (2018)**, en un trabajo similar realizado en la sierra de

TABLA 04. Análisis de variancia de las características evaluadas en 08 variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa*), bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.

| Característica | CUADRADOS MEDIOS | | | | C.V. (%) | |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|-----------|
| | | Humedad | Variedad | Var. x Hum | | Error |
| | G L | 1 | 7 | 7 | | 28 |
| Rendimiento de grano | | 29661722.6 4 ** | 1566239.47 ** | 261059.71 n.s | 267953. 64 | 16.5 1 |
| Días al inicio de floración | | 6.02 n.s | 2.95 n.s | 0.16 n.s | 3.06 | 4.38 |
| Días a la madurez de cosecha | | 99.19 * | 113.88 ** | 4.85 n.s | 6.63 | 2.49 |
| Altura de planta | | 0.20 * | 0.11 ** | 0.01 n.s | 0.01 | 6.91 |
| Diámetro de tallo | | 707.87 ** | 30.63 ** | 8.91 * | 2.79 | 8.70 |
| Longitud de panoja | | 2730.70 ** | 122.54 ** | 43.78 n.s | 31.00 | 11.0 1 |
| N° de glomérulos/planta | | 5343.11 ** | 1186.72 ** | 64.82 n.s | 35.34 | 12.7 9 |
| Peso de materia seca total | | 2165.57 ** | 30.46 n.s | 201.89 ** | 39.57 | 21.7 3 |
| Peso de 1000 semillas | | 1.83 ** | 1.72 ** | 0.01 n.s | 0.13 | 17.2 8 |

* y ** = Significación y alta significación estadística al 0.05 y 0.01 de probabilidad n.s. = No significación estadística

Cutervo, determinó que el comportamiento de las variedades en condiciones controladas (R_1), la variedad **Salcedo INIA** que se comportó como las más precoz, con 58.67 días. Sin embargo en condiciones de temporal las variedades **Roja Pasankalla y Salcedo INIA** registraron 74.33 y 62 días. No existió un efecto causado por las condiciones de secano en la mayoría de variedades, con excepción de la variedad de **Mantaro**, que se afectó reduciendo en 16.10% el número de días que necesitó para iniciar su etapa reproductiva.

El efecto causado por la deficiencia hídrica ($R_0/R_1 \times 100$), no se hizo evidente en el inicio de la etapa reproductiva de las variedades en estudio, al pasar del ambiente controlado (R_1) al ambiente estresado por deficiencia hídrica (R_0).

Cuando comparamos el valor registrado en el ambiente de riego (R_1) equivalente a 40.25 días y el ambiente de sequía (R_0) con valor equivalente a 39.54 días, se mostraron similares estadísticamente. (**Figura 04**).

4.2.2. Días a la madurez de cosecha

Los valores promedio ($R_0 + R_1 / 2$), obtenidos por las variedades mostraron diferencias estadísticas, siendo la variedad INIA salcedo la que se comportó como la más tardía, necesitando de 108.33 días, pero fue similar a un grupo de cuatro variedades, pero superior estadísticamente a las variedades Blanca de Junín, Santa Ana y Roja Pasankalla, que se comportaron como las más precoces, necesitando de 101.83, 99.00 y 95.17 días para lograr la madurez de cosecha (**Tabla 06**).

El comportamiento de las variedades dentro del ambiente controlado (R_1), se mostró variable, la prueba de Tukey detectó diferencias estadísticas entre los valores promedio, donde la Variedad **INIA Salcedo** se comportó como la más tardía registrando 109.67 días, mostrándose similar estadísticamente a las variedades **Mantaro, Amarilla Marangani, Amarilla Sacaca y Negra Collana**, que registraron 108.00, 109.00, 106.33 y 107.00 días; pero fue superior a las variedades **Blanca de Junin, Santa Ana y Roja Pasankalla** que se comportaron como las más precoces. Un comportamiento similar, que en la condiciones controladas (R_1), tuvieron las variedades en condiciones de deficiencia hídrica (R_0); la variedad INIA Salcedo también se comportó como la más tardía, y la variedad Roja Pasankalla como la más precoz. (**Tabla 06, Figura 05**).

Los efectos causados por la deficiencia hídrica, no fueron tan notorios; pudiéndose observar en tabla 06, que la variedad más afectada fue Amarilla Marangani que redujo las necesidades de días para lograr su madurez de cosecha del 100% a 94.19%, lo que indica que se afectó en un 5.81%.

Cuando comparamos el valor promedio obtenido en deficiencia hídrica (R_0) y condiciones controladas (R_1), se mostraron diferentes estadísticamente; el valor registrado en R_1 con 104.75 días, fue superior al valor 101.88 días obtenido en R_0 (Tabla 06, Figura 06).

Tabla 05. Días al inicio de la floración. Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFCIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Roja Pasankalla | 40.67 A | 41.00 A | 40.33 A | 98.36 |
| Amarilla Zacaca | 40.67 A | 41.00 A | 40.33 A | 98.36 |
| Amarilla Marangani | 40.33 A | 40.67 A | 40.00 A | 98.35 |
| Blanca Junin | 40.17 A | 40.33 A | 40.00 A | 99.18 |
| Inia Salcedo | 40.00 A | 40.67 A | 39.33 A | 96.71 |
| Santa Ana | 39.33 A | 39.67 A | 39.00 A | 98.31 |
| Mantaro | 39.17 A | 39.33 A | 39.00 A | 99.16 |
| Negra Collana | 38.83 A | 39.33 A | 38.33 A | 97.45 |
| DMS | 3.30 | 4.76 | 5.29 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 40.25 | A |
| | | Sequia | 39.54 | A |
| | | DMS | 1.033 | |

Tabla 06. Días a la madurez de cosecha. Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Inia Salcedo | 108.33 A | 109.67 A | 107.00 A | 97.56 |
| Mantaro | 106.00 A B | 108.00 A B | 104.00A B | 96.30 |
| Amarilla Marangani | 105.83 A B | 109.00 A B | 102.67 A B C | 94.19 |
| Amarilla Zacaca | 105.33 A B | 106.33 A B | 104.33 A B | 98.11 |
| Negra Collana | 105.00 A B | 107.00 A B | 103.00 A B C | 96.26 |
| Blanca Junin | 101.83 B C | 102.67 B C | 101.00 A B C | 98.37 |
| Santa Ana | 99.00 C D | 99.67 C D | 98.33 B C | 98.65 |
| Roja Pasankalla | 95.17 D | 95.67 D | 94.67 C | 98.95 |
| DMS | 4.86 | 6.36 | 8.34 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 104.75 | A |
| | | Sequia | 101.88 | B |
| | | DMS | 1.52 | |

FIGURA 03. Días al inicio de floración de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, región Lambayeque, 2015.

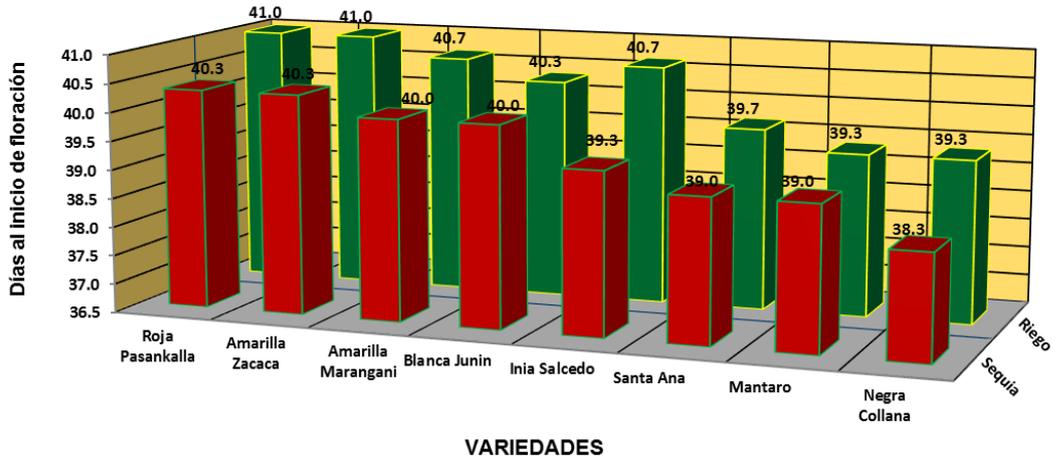


FIGURA 04. Días al inicio de la floración de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.

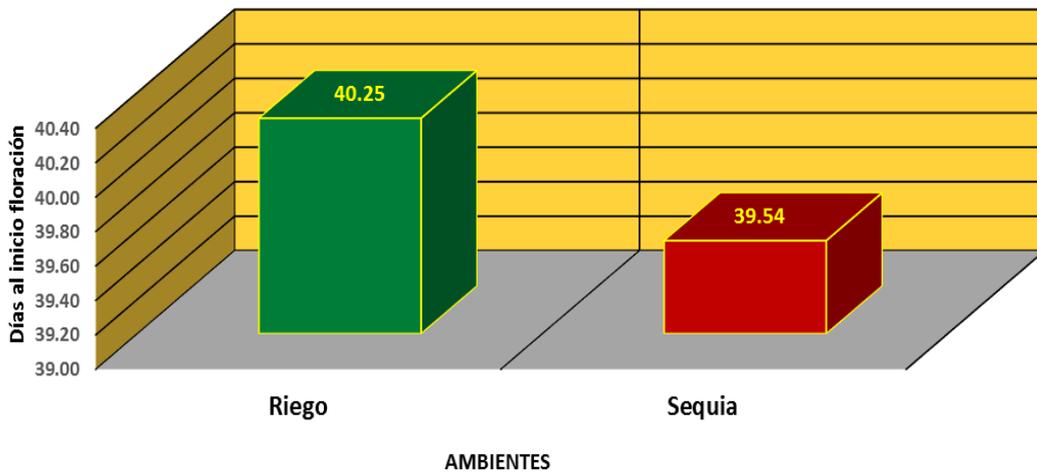


FIGURA 05. Días a la madurez de cosecha de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa L.*) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, región Lambayeque, 2015.

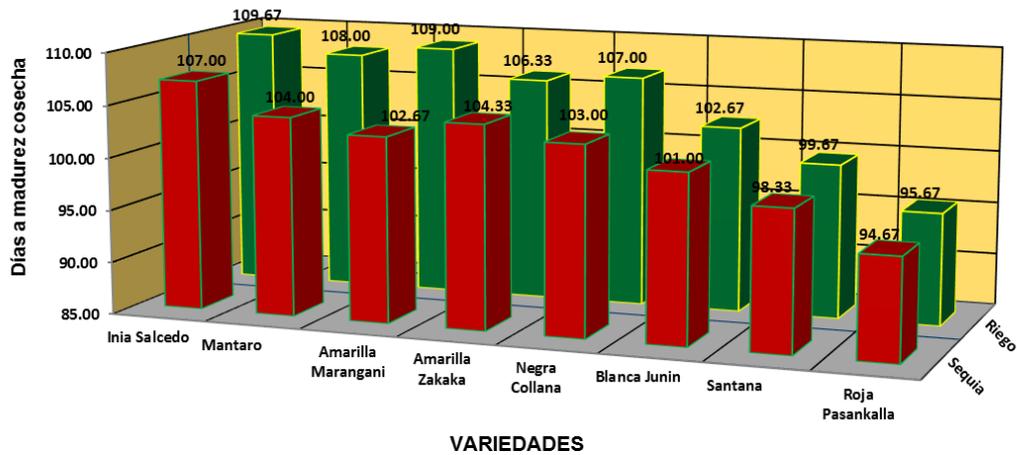
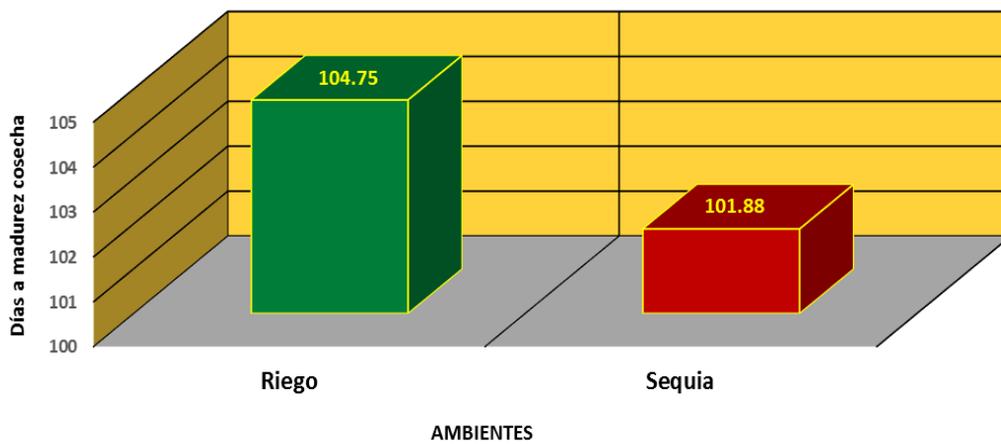


FIGURA 06. Días a la madurez de cosecha de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa L.*) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.



Perez (2018), ensaya en Cutervo los mismos materiales que se evaluaron en el presente trabajo, determinando que la variedad **Mantaro**, se comportó como la mas tardía con 141.67 en condiciones de riego, mientras que las variedades **Blanca de Junin, Amarilla Marangani, Blanca de Juli y Salcedo INIA** se comportaron como las mas precoces con 128.33, 127.67, 125.00 y 127.67 días; en el ambiente de **secano**, las variedades **Roja Pasankalla y Blanca de Junin** se mostraron como las mas tardías, requiriendo de 135.67 y 132.33 días. En cuanto a los efectos causados por los ambientes, determinó que la variedad Mantaro redujo en 10.59% (100% – 89.41%) los días que necesitó para lograr la madurez de cosecha.

4.2.3. Altura de planta

Cuando se aplicó la prueba de Tukey para los valores promedios de la combinación de ambientes ($R_0 + R_1 / 2$), se detectó diferencias estadísticas entre las variedades, donde Amarilla Marangani registró la mayor altura con 1.65 m, mostrando igualdad estadística con cuatro variedades, **Amarilla Zacaca, Mantaro, Blanca de Junín y Santa Ana**, pero superior a las variedades **INIA Salcedo, Negra Collana y Roja Pasankalla** que registraron alturas equivalentes a 1.44, 1.34 y 1.25 m.

El comportamiento de las variedades, dentro del ambiente de riego fue variable, donde **Amarilla Marangani y Blanca de Junin** registraron la mayor altura de planta con 1.69 m, mostrando igualdad estadística con un grupo de cuatro variedades, pero fueron superiores a **Negra Collana y Roja Pasankalla** que registraron los menores alturas con 1.42 y 1.29 m. El comportamiento de la variedades en el ambiente de Sequía (R_0), fue similar al comportamiento en condiciones de riego (R_1), los valores promedio variaron estadísticamente; la variedad **Amarilla Marangani** ratifica su comportamiento con su mayor altura de planta. (**Tabla 07, Figura 07**).

El efecto causado al pasar del ambiente controlado (R_1) al de deficiencia hídrica (R_0), se hizo evidente en las variedades **Blanca de Junin y Santa Ana**, que redujeron su altura en 0.30 m (1.69 – 1.39) y 0.20 m (1.57 – 1.37), lo que implica que disminuyo la altura del 100% a 82.25% y 87.26% respectivamente.

El valor promedio registrado en Riego (R_1) con 1.54m comparado con el obtenido en déficit hídrico (R_0) con 1.41 m, difirieron estadísticamente; evidenciándose que la deficiencia hídrica afectó el tamaño de la planta. Perez (2018), también destaca que la reducción del tamaño de planta se evidencia cuando comparó el valor promedio obtenido en el ambiente de riego (1.16 m) con el valor registrado en el ambiente de seco (1.07 m). (**Tabla 07, Figura 08**).

4.2.4. Diametro de tallo

Cuando se combinaron los valores promedios de los ambientes R_0 y R_1 ($R_0 + R_1 / 2$), y se compararon mediante la prueba de Tukey, se detectó diferencias estadísticas, donde la variedad Amarilla Marangani registro el mayor diametro con 23.02 mm, mostrando igualdad estadística con INIA Salcedo y Amarilla Sacaca, pero superior a las variedades restantes, donde la variedad Roja Pasankalla registró el menor diámetro con 15.01 mm (**Tabla 08**).

El comportamiento de las variedades en el ambiente controlado (R_1), fue variable, donde la variedad Amarilla Marangani, registra el mayor diámetro de tallo con 29.20 mm, mostrando similitud estadística con las variedades INIA Salcedo y Amarilla Sacaca, que registraron diametro de tallos equivalentes a 25.80 y 23.33 mm, pero su mostro superior al resto de las variedades, siendo las variedades Santa Ana y Roja Pasankalla las que registraron los menores diametros con 21.87 y 17.87 mm. El mismo comportamiento variable fue detectado por la mprueba de Tukey cuando se compararon los promedios de las variedades en el ambiente estresado por deficiencia hídrica, donde Amarilla Marangani ratifica su superioridad en el diametro de tallo con 16.84 mm mostrando igualdad estadística con un grupo de seis variedades, pero mostrándose superior a la variedad Roja Pasankalla que registró el menor diámetro con 12.29 mm (**Tabla 08, Figura 09**).

El efecto causado por la deficiencia hídrica sobre esta característica, se evidenció por la reducción del diametro de tallo en todas la variedades, siendo

Tabla 07. Altura de planta (m). Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT IDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Amarilla Marangani | 1.65 A | 1.69 A | 1.61 A | 95.26 |
| Amarilla Zacaca | 1.61 A B | 1.61 A B | 1.60 A B | 99.37 |
| Mantaro | 1.53 A B C | 1.59 A B | 1.48 A B C | 93.00 |
| Blanca Junín | 1.53 A B C | 1.69 A | 1.39 A B C | 82.25 |
| Santa Ana | 1.47 A B C | 1.57 A B | 1.37 A B C | 87.26 |
| INIA Salcedo | 1.44 B C D | 1.49 A B | 1.36 A B C | 91.27 |
| Negra Collana | 1.34 C D | 1.42 B C | 1.27 B C | 89.43 |
| Roja Pasankalla | 1.25 D | 1.29 C | 1.21 C | 93.79 |
| DMS | 0.192 | 0.243 | 0.337 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 1.54 | A |
| | | Sequia | 1.41 | B |
| | | DMS | 0.06 | |

Tabla 08. Diámetro de tallo (mm). Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Amarilla Marangani | 23.02 A | 29.20 A | 16.84 A | 57.67 |
| INIA Salcedo | 20.52 A B | 25.80 A B | 15.24 A B | 59.06 |
| Amarilla Zacaca | 19.90 A B | 23.33 A B | 16.47 A | 70.59 |
| Blanca Junin | 19.71 B | 22.67 B C | 16.76 A | 73.93 |
| Mantaro | 18.86 B | 22.00 B C | 15.71 A | 71.40 |
| Negra Collana | 18.39 B | 21.73 B C | 15.05 A B | 69.25 |
| Santa Ana | 18.27 B | 21.87 B C | 14.67 A B | 67.07 |
| Roja Pasankalla | 15.08 C | 17.87 C | 12.29 B | 68.77 |
| DMS | 3.155 | 6.02 | 3.18 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 23.06 | A |
| | | Sequia | 15.38 | B |
| | | DMS | 0.988 | |

FIGURA 07. Altura de planta de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque, 2015

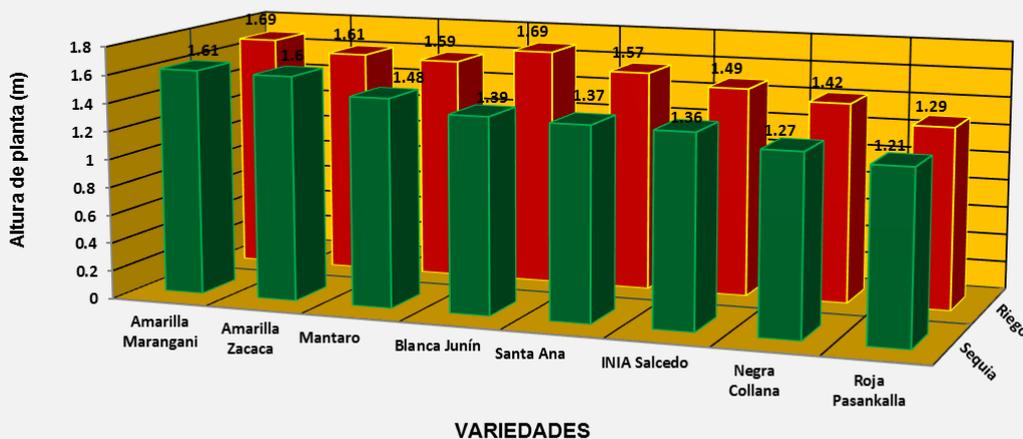


FIGURA 08. Altura de planta de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.

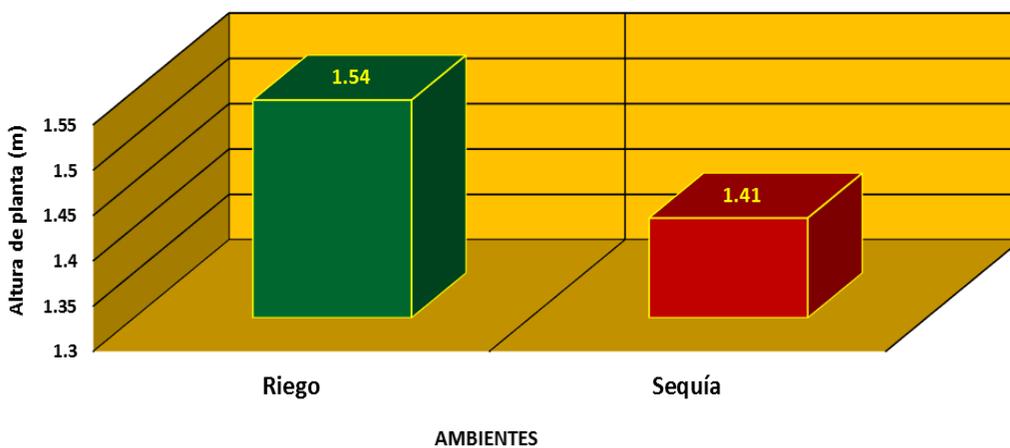


FIGURA 09. Diametro de tallo de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, región Lambayeque, 2015

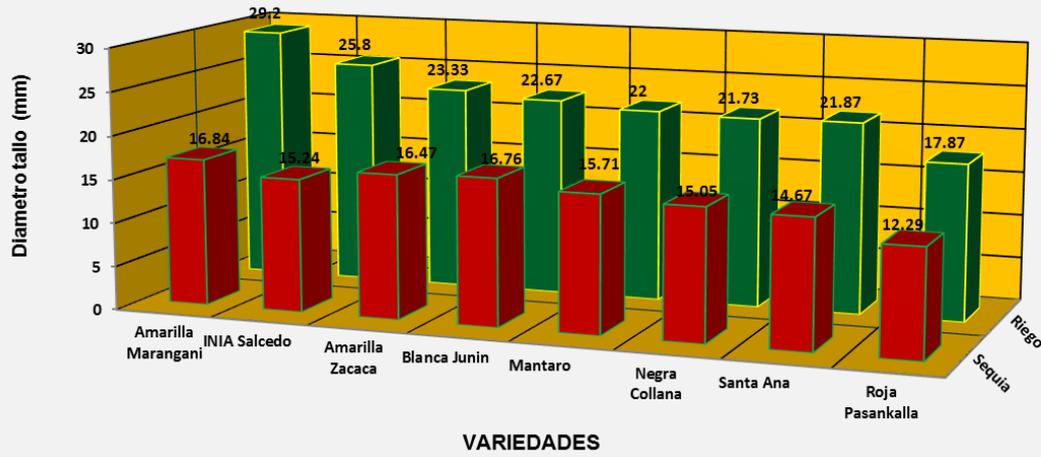
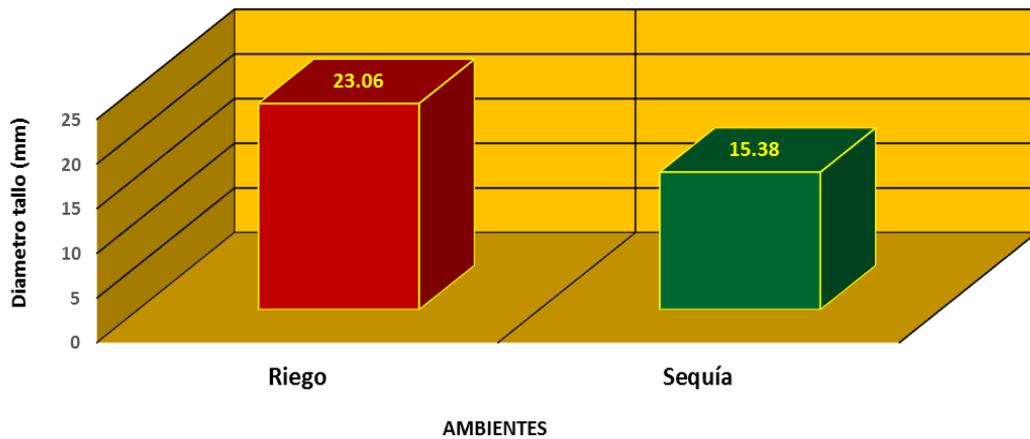


FIGURA 10. Diametro de tallo de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.



las más afectadas la **Amarilla Marangani**, que redujo su diametro de tallo en 42.33% (100% – 57.67%) y la **INIA Salcedo** en 40.94% (100% – 59.06%) (**Tabla 08**).

Cuando se comparan los valores promedio de diametro de tallo, se determinó que en diametro registrado en el ambiente de riego (**R₁**) con 23.06 mm difirió estadísticamente con el valor registrado en el ambiente de deficiencia hídrica (**R₀**) con 15.38 mm (**Tabla 08, Figura 10**).

4.2.5. Número de glomérulos por panoja

Los valores promedio $[(R_0 + R_1) / 2]$ sin tener en cuenta los niveles de humedad, difirieron estadísticamente, la variedad **Amarilla Sacaca**, registró el mayor número de glomérulos con 64.83, mostrando igualdad estadística con **Amarilla Marangani y Blanca Junin**, pero diferente con las variedades restantes, siendo las variedades **INIA Salcedo, Negra Collana y Roja Pasankalla** las que mostraron un menor número de glomérulos con 38.93, 29.33 y 27.31. (**Tabla 09**).

En el ambiente de riego (**R₁**), la variedad **Amarilla Zacaca** mostró el mayor número de glomérulos con 77.67, siendo igual estadísticamente con las variedades **Amarilla Marangani, Blanca Junín y Santa Ana**, que registraron 70.67, 71.67 y 65.33 glomérulos; pero diferente al resto de variedades, donde la **Negra Collana y la Roja Pasankalla** expresaron el menor valor con 35.67 y 36.33 glomérulos. En el ambiente de deficit hidrico (**R₀**), nuevamente las Variedades **Amarilla Zacaca, Amarilla y Amarilla Marangani** ratifican su comportamiento expresado en condiciones de riego (**R₁**) pero con menor número de glomerulos, expresan los mayores valores con 52.00 y 50.00 glomérulos y ademas se muestran diferente estadísticamente a un grupo de cinco variedades, en el que se incluye a las variedades **Negra Collana y Roja Pasankalla** que registraron, al igual que en condiciones controladas, los menores valores promedio de glumérulos con 23.00 y 18.29. (**Tabla 09, Figura 11**)

Todas las variedades mostraron una reducción en el número de glomérulos al pasar de R_1 a R_0 a causa de la deficiencia hídrica, siendo las variedades más afectadas, **Roja Pasankalla, Santa Ana y Blanca Junín**, sufrieron una reducción de 49.66% (100% – 50.34%), 44.16% (100% – 55.84%) y 41.26% (100% – 58.74%).

Los efectos causados por los niveles de humedad R_1 y R_0 en el comportamiento de las variedades, se reflejó en los promedios obtenidos en ambos ambientes; en el ambiente de humedad controlada (R_1) se registró 57.04 glomérulos, que superó y difirió estadísticamente al valor obtenido en el ambiente deficiente de humedad (R_0) con 35.94 glomérulos, que en términos de porcentajes, se produjo una reducción de 36.99%. (**Tabla 09, Figura 12**).

4.2.6. Longitud de panoja

La prueba de Tukey detectó diferencias estadísticas entre los valores promedio ($R_0 + R_1 / 2$), donde las variedades **Mantaro, Santa Ana y Negra Collana** registraron el mayor tamaño de panoja con 55.62, 55.32 y 53.82 cm, mostrando igualdad estadística con **INIA Salcedo, Amarilla Maranganí, Amarilla Sacaca y Blanca de Junín**, pero superior estadísticamente a la variedad Roja Pasankalla, que registró el menor longitud de panoja con 42.48 cm. (**Tabla 10**).

El comportamiento de las variedades dentro del ambiente de riego (R_1), cuando sus promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey, se determinó que fueron similares estadísticamente, cuyos valores fluctuaron entre 67.73 y 49.53 cm, correspondiendo estos valores a las variedades **Santa Ana y Roja Pasankalla**. En cuanto al comportamiento de las variedades dentro del ambiente de deficiencia hídrica, fue variable como lo detectó la prueba de Tukey cuando se compararon los promedios; la variedad **INIA Salcedo** registró la mayor longitud de panoja con 47.33 cm, mostrando igualdad estadística con un grupo de seis variedades, pero superior estadísticamente a la variedad **Roja Pasankalla**, que registró la menor longitud de panoja con 35.43 cm. (**Tabla 10, Figura 13**).

Tabla 09. Número de glomerulos. Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015.

| VARIETADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Amarilla Zacaca | 64.83 A | 77.67 A | 52.00 A | 66.95 |
| Amarilla Marangani | 60.33 A B | 70.67 A B | 50.00 A | 70.75 |
| Blanca Junin | 56.88 A B | 71.67 A B | 42.10 A B | 58.74 |
| Santa Ana | 50.90 B C | 65.33 A B | 36.48 B | 55.84 |
| Mantaro | 43.40 C D | 53.67 B C D | 33.14 B C | 61.75 |
| Inia Salcedo | 38.93 D E | 45.33 C D | 32.52 B C | 71.74 |
| Negra Collana | 29.33 E F | 35.67 D | 23.00 C D | 64.48 |
| Roja Pasankalla | 27.31 E F | 36.33 D | 18.29 D | 50.34 |
| DMS | 11.223 | 20.21 | 13.34 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 57.04 | A |
| | | Sequia | 35.94 | B |
| | | DMS | 3.51 | |

Tabla 10. Longitud de panoja (cm). Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIETADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------------|-----------|---------------|----------------------|---------------|
| Mantaro | 55.62 A | 65.60 A | 45.64 A B | 69.57 |
| Santa Ana | 55.32 A | 67.73 A | 42.91 A B | 63.35 |
| Negra Collana | 53.82 A | 61.93 A | 45.71 A B | 73.81 |
| INIA Salcedo | 51.57 A B | 55.80 A | 47.33 A | 84.89 |
| Amarilla Marangani | 50.49 A B | 56.07 A | 44.91 A B | 80.09 |
| Amarilla Zacaca | 47.63 A B | 52.73 A | 42.52 A B | 80.64 |
| Blanca Junín | 47.53 A B | 55.40 A | 39.67 A B | 71.60 |
| Roja Pasankalla | 42.48 B | 49.53 A | 35.43 B | 71.53 |
| DMS | 10.51 | 19.58 | 11.45 | |
| COMPARACION DE AMBIENTES | | | | |
| | | Riego | 58.10 | A |
| | | Sequia | 42.01 | B |
| | | DMS | 3.29 | |

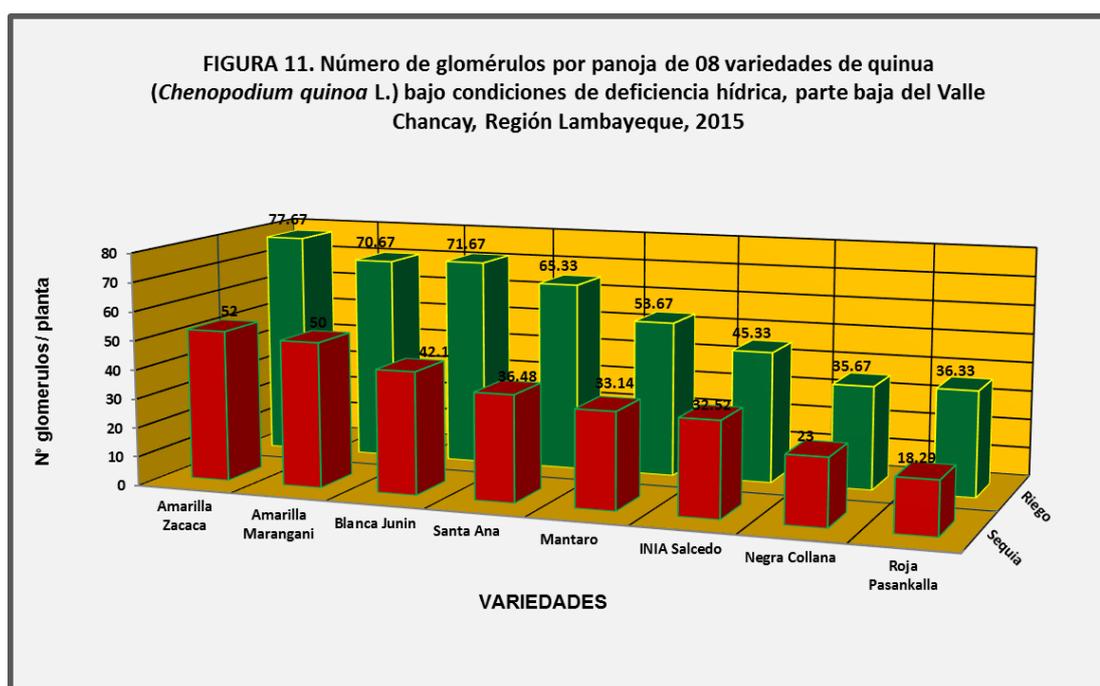


FIGURA 12. Número de glomerulos de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hidrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.

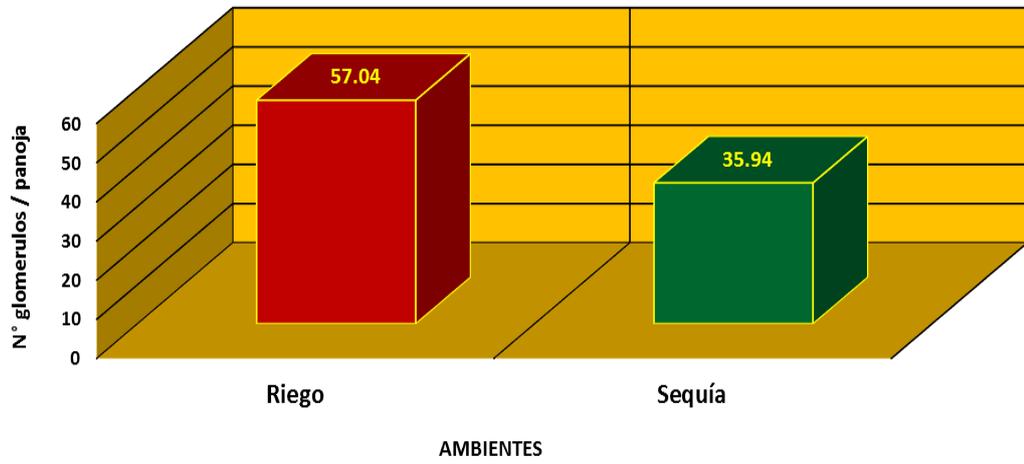


FIGURA 13. Longitud de panoja de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, región Lambayeque, 2015

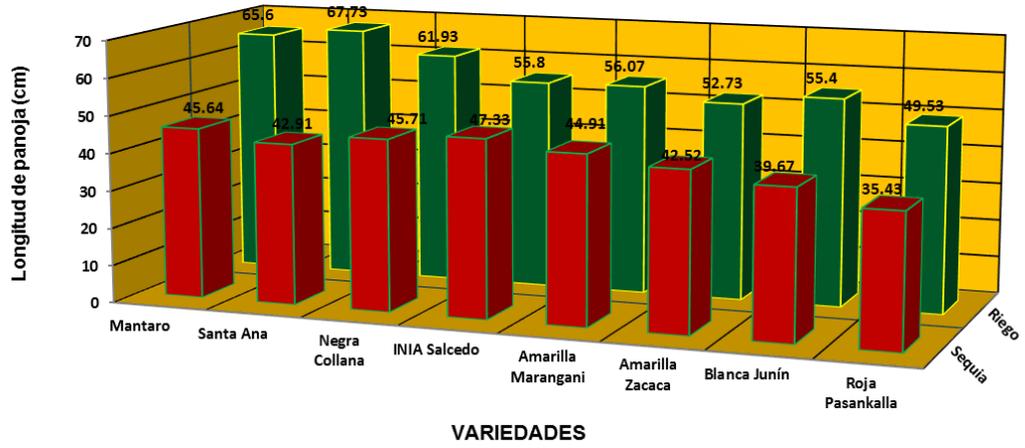
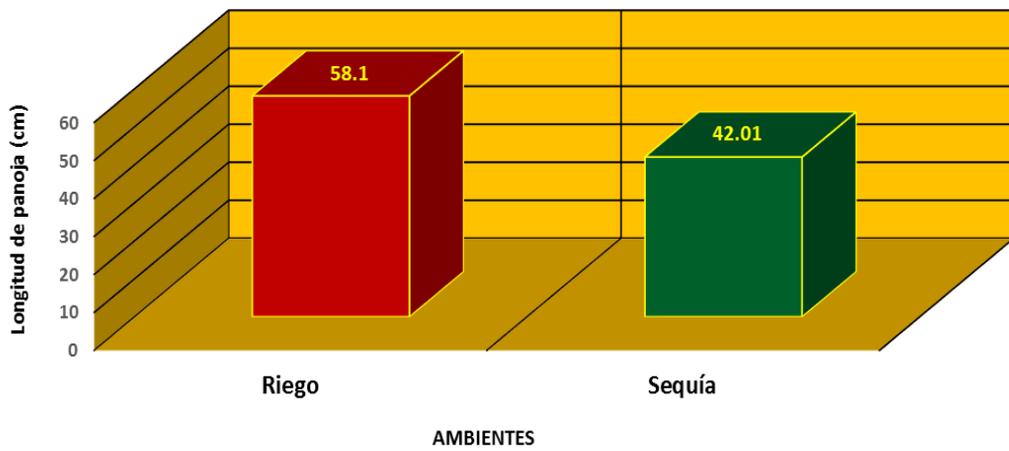


FIGURA 14. Longitud de panoja de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.



La longitud de panoja de todas las variedades se redujo al pasar de las condiciones controladas (R_1) a las condiciones de deficiencia hídrica (R_0), siendo las mas afectadas las variedades **Mantaro y Santa Ana**, que redujeron su longitud de panoja en 30.43 % (100% - 69.57%) y en 36.65% (100% - 63.35%). (**Tabla 10**). **Perez (2015)**, en un trabajo similar realizado en la sierra de Cutervo, determinó que el efecto causado por las condiciones de secano, no produjo reducción de los glomérulos, en la mayor parte de variedades, pero si en las variedades Negra Collana, Salcedo INIA y Roja Pasankalla, que redujeron su número de glomerulos en 15.81% (100% - 84.19%), 16.46% (100% - 83.54%) y 15.22% (100 - 84.78%).

Por los resultados expresados en el parrafo anterior, la reducción de la longitud de panoja se evidenció en el promedio obtenido en condiciones deficiencia hídrica ($R_0 = 58.10$) y el promedio en condiciones de Riego ($R_1 = 42.01$) (**Tabla 10, Figura 14**), que al compararse, difirieron estadísticamente. Sin embargo **Perez (2015)**, en un trabajo similar realizado en la Sierra de Cutervo, encontró valores promedio similares en el ambiente de riego y en condiciones de secano.

4.2.7. Materia seca total

Los valores promedio obtenidos por las variedades $[(R_1 + R_0) / 2]$ no difirieron estadísticamente, fluctuando entre 33.05 y 26.19 t/ha, siendo estos valores pertenecientes a Blanca Junín y Mantaro. (**Tabla 11**).

El comportamiento de las variedades en el ambiente de riego (R_1), segun los valores promedio y la prueba de Tukey, reflejó diferencias estadísticas, donde **Blanca de Junín** registró la mayor producción de materia seca con 47.62 t/ha, mostrando igualdad estadística con **INIA Salcedo, Roja Pasankalla, Amarilla Zacaca y Negra Collana**, pero diferente al resto de variedades, siendo la **Amarilla Marangani y Mantaro**, las que concentraron menor cantidad de materia seca con 28.17 y 26.19 t/ha. En cuanto al comportamiento de las variedades en el ambiente de deficiencia hídrica (R_0), los valores promedio no difirieron estadísticamente, oscilando los mismos entre 16.62 y 27.62 t/ha, correspondiendo estos valores a las variedades **INIA**

Salcedo y Amarilla Marangani. (Tabla 11, Figura 15).

El efecto causado por la deficiencia hídrica, se reflejó en una reducción en la producción de materia seca en la mayoría de las variedades, pero fue drástico en las variedades **Blanca Junín, INIA Salcedo y Roja Pasankalla**, que redujeron la producción de materia seca en 61.19% (100% - 38.81%), 54.55% (100% - 45.45%) y 54.54% (100% - 45.45%). Relacionado con estos resultados, **Perez (2015)**, determinó que la condición de secano (precipitaciones ocurridas durante la conducción del trabajo) sobre la producción de materia seca, no afectó a las variedades como Amarilla Marangani, Blanca de Junín y Mantaro, teniendo una producción similar en uno y otro ambiente; así mismo registró que la producción de materia seca fue superior en el ambiente de secano comparado con la condición de riego como fue el caso de Salcedo INIA y Roja Pasankalla, que alcanzaron hasta 11.67 y 32.10% más; esto probablemente ocurrió por una mayor formación de tejido caulinar y foliar; sin embargo variedades como, Amarilla Sacaca, Blanca de Juli, Santa Ana y Negra Collana, redujeron en 28.74, 20.75, 12.05 y 34.14% la producción de materia seca.

Por otro lado, el valor registrado en el ambiente controlado (R_1) equivalente a 35.66 t/ha difirió estadísticamente y fue superior al valor registrado en el ambiente de deficiencia hídrica, equivalente a 22.23 t/ha; resultado que refleja el comportamiento de las variedades al pasar del ambiente controlado al ambiente de déficit hídrico. (**Tabla 11, Figura 16**).

4.2.8. Peso de 1000 granos

Los valores promedio $[(R_1 + R_0) / 2]$ obtenidos por las variedades, difirieron estadísticamente, siendo la variedad **INIA Salcedo** la que registró el mayor peso de 1000 granos, con 3.04 g, mostrando igualdad estadística con la variedad **Amarilla Zacaca** que registró un peso de 2.57 g, pero superior al resto de variedades, siendo las variedades **Amarilla Marangani y Roja Pasankalla**, las que obtuvieron los menores pesos con 1.51 y 1.50 g. (**Tabla 12**).

Tabla 11. Materia seca total (t/ha). Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Blanca Junin | 33.05 A | 47.62 A | 18.48 A | 38.81 |
| Inia Salcedo | 30.13 A | 43.65 A B | 16.62 A | 45.45 |
| Roja Pasankalla | 30.02 A | 41.27 A B C | 18.76 A | 45.46 |
| Amarilla Zacaca | 29.83 A | 33.33 A B C D | 26.33 A | 78.99 |
| Amarilla Marangani | 27.90 A | 28.17 C D | 27.62 A | 98.05 |
| Negra Collana | 27.86 A | 34.92 A B C D | 20.80 A | 59.56 |
| Santa Ana | 26.60 A | 30.16 B C D | 23.04 A | 76.39 |
| Mantaro | 26.19 A | 26.19 D | 26.19 A | 100.00 |
| DMS | 11.87 | 14.58 | 21.07 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 35.66 | A |
| | | Sequia | 22.23 | B |
| | | DMS | 3.71 | |

Tabla 12. Peso de 1000 granos (g). Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Inia Salcedo | 3.04 A | 3.31 A | 2.77 A | 83.68 |
| Amarilla Zacaca | 2.57 A B | 2.80 A B | 2.33 A B | 83.21 |
| Negra Collana | 2.24 B C | 2.41 A B C | 2.07 A B C | 85.89 |
| Blanca Junin | 2.22 B C | 2.40 A B C | 2.03 A B C | 84.58 |
| Santa Ana | 2.00 B C D | 2.20 B C | 1.80 A B C | 81.81 |
| Mantaro | 1.70 C D | 1.91 B C | 1.50 B C | 78.53 |
| Amarilla Marangani | 1.51 D | 1.71 C | 1.31 C | 76.61 |
| Roja Pasankalla | 1.50 D | 1.60 C | 1.40 B C | 87.50 |
| DMS | 0.684 | 1.08 | 0.998 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 2.29 | A |
| | | Sequia | 1.90 | B |
| | | DMS | 0.21 | |

FIGURA 15. Materia seca total de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque, 2015

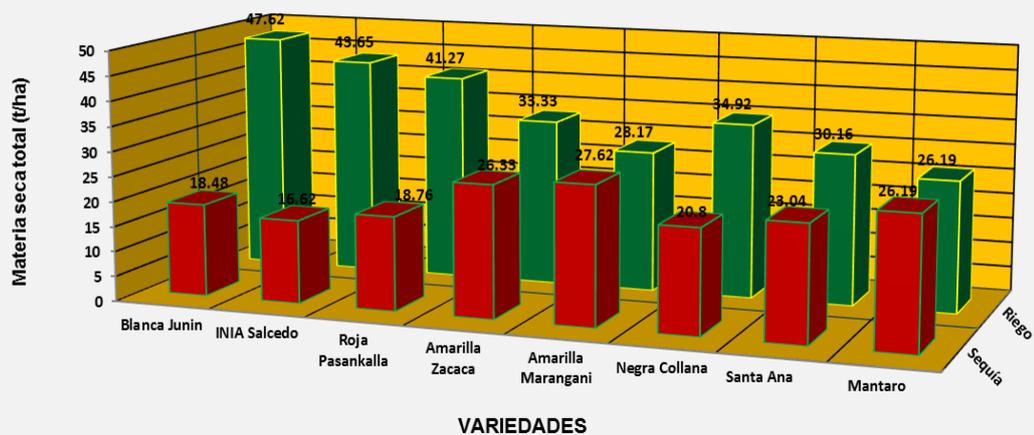
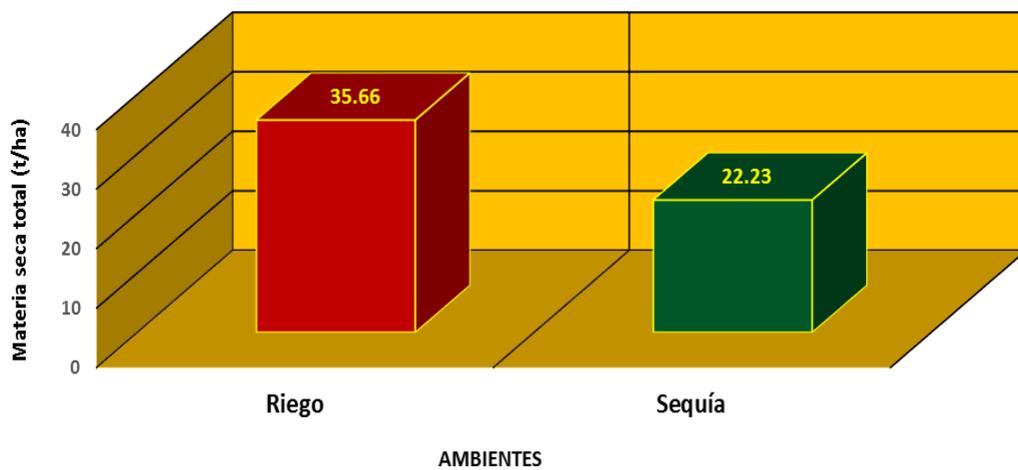


FIGURA 16. Materia seca total de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.



Dentro del ambiente controlado (R_1), los valores promedio obtenidos por las variedades difirieron estadísticamente, siendo la variedad INIA Salcedo la que mostro el mayor peso con 3.31 g, mostrando igualdad estadística con Amarilla Zacaca, Negra Collana y Blanca Junín, pero superior estadísticamente a las variedades Santa Ana, Mantaro, Amarilla Marangani y Roja Pasankalla, estas dos últimas registraron los menores peso de 1000 granos, con 1.71 y 1.60 g. Dentro del ambiente de deficiencia hídrica, los valores promedio registrados por las variedades fueron diferentes estadísticamente, donde la Variedad INIA Salcedo, nuevamente registra el mayor peso , con 2.77 g, mostrando igualdad estadística con un grupo de cuatro variedades, pero con superioridad estadística sobre las variedades Mantaro, Amarilla Marangani y Roja Pasankalla que registraron los menores pesos de 1000 granos, con 1.50, 1.31 y 1.40 gramos. (**Tabla 12, Figura 17**).

El peso de 1000 granos de las variedades, se afectó reduciendo su peso al pasar del ambiente controlado (R_1) al ambiente de deficiencia hídrica (R_0), siendo las mas afectadas las variedades **Mantaro y Amarilla Marangani** las que redujeron en 21.47% (100% - 78.53%) y en 23.39% (100% - 76.61%). Estos resultados implica que la producción de fotoasimilados y su transporte hacia los organos reproductivos se limitó en condiciones de déficit hidrico, comparado con el transporte de asimilados en condiciones de riego (R_1).

El valor promedio registrado en el ambiente de riego (R_1) equivalente a 2.29 g difirió estadísticamente y fue superior al valor registrado en el ambiente de deficiencia hídrica (R_0). (**Tabla 12, Figura 18**). Se determina con estos valores, que la deficiencia hídrica redujo el peso de 1000 granos en un 17.03%.

4.2.9. Rendimiento de grano

Los valores promedio $[(R_1 + R_0) / 2]$, obtenidos por las variedades, difirieron estadísticamente, donde la la variedad **Amarilla Zacaca** registró el mayor rendimientos de grano con 4264.68 kg/ha, mostrandose superior a las variedades restantes, siendo la **INIA Salcedo, Negra Collana y Mantaro** las que registraron los menores rendimientos con 2964.28, 2840.08 y 2496.03kg/Ha

FIGURA 17. Peso de 1000 granos de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque, 2015

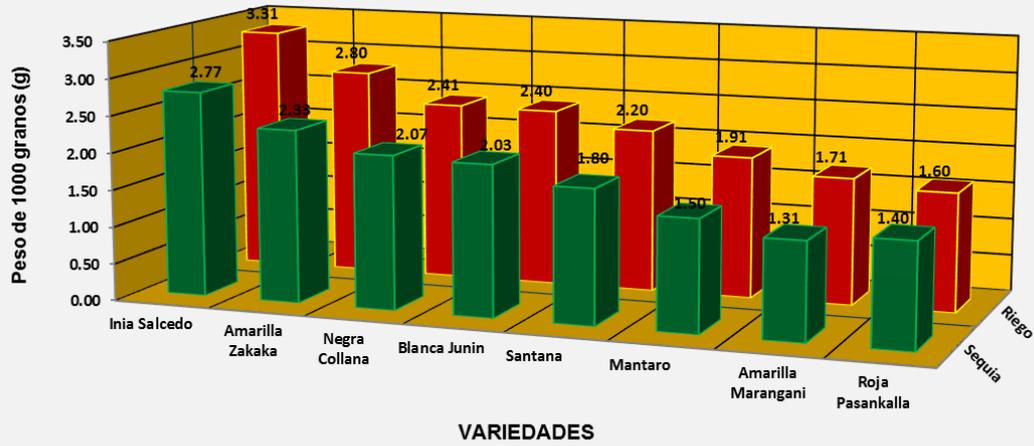
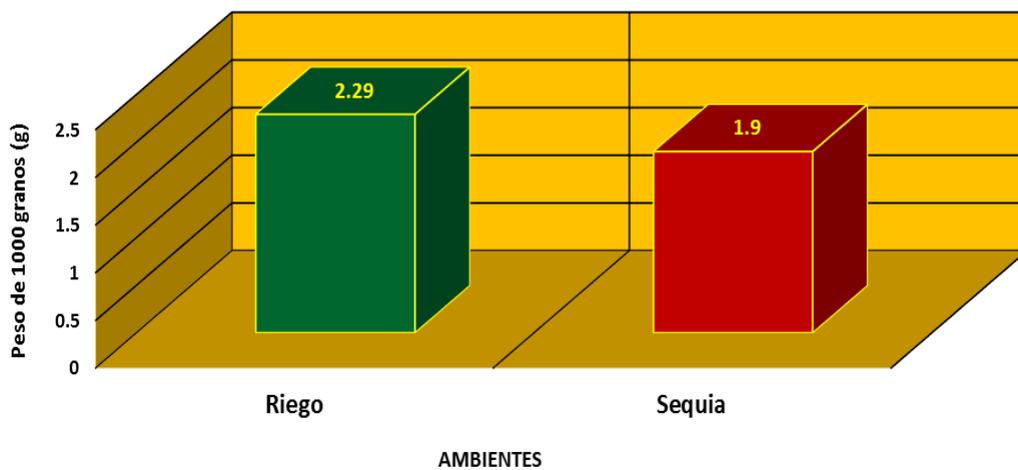


FIGURA 18. Peso de 1000 granos de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.



Dentro del ambiente controlado (R1), la variedad **Amarilla Zacaca** mostro el mayor rendimiento de grano con 4940.48 kg/ha mostrandose similar estadísticamente con las variedades **Blanca Junín, Roja Pasankalla, Santa Ana, Amarilla Marangani, e INIA Salcedo**, que registraron rendimientos de 4261.90, 4281.74, 3928.57, 3749.81 y 3757.93 kg/ha; las variedades **Negra Collana y Mantaro**, mostraron los menores rendimientos de grano, con 3452.38 y 2996.03 kg/ha. El comportamiento de las variedades dentro del ambiente de deficiencia hídrica, fue similar al comportamiento ocurrido en el ambiente controlado de riego, la variedad **Amarilla Zacaca** ratifica su mayor rendimiento de grano con 3588.88 kg/ha, mostrando similitud estadística con un grupo de seis variedades, pero diferente estadísticamente y superior a la variedad **Mantaro**, que obtuvo el menor rendimiento equivalente a 1996.03 kg/ha. (**Tabla 13, Figura 19**).

Nuestros resultados, de rendimiento de grano, son superiores a los obtenidos por **Perez (2018)**, que realizó un trabajo con las mismas variedades en la sierra de Cutervo, encontrando que en condiciones de riego, la Variedad **Amarilla Marangani** registro el mayor rendimiento de grano con 3331.74 kg/ha, mientras que la variedad **Roja Pasankalla** registro el menor rendimiento de grano, con 1167.45 kg/ha. En condiciones de **secano**, determinó que la variedad **Amarilla Sacaca**, obtuvo el mayor rendimiento de grano equivalente a 2149.84 kg/ha, sin embargo las variedades **Negra Collana, Santa Ana y Roja Pasankalla** mostraron los menores rendimientos, con 1371.43, 1392.85 y 1057.14 kg/ha.

El efecto causado por la deficiencia hídrica se reflejó en una reducción del rendimiento de grano obtenido por todas las variedades, al compararse con los registrados en condiciones de riego; las variedades **Blanca Junín, Roja Pasankalla y Santa Ana** fueron las mas afectadas, reduciendo el rendimiento de grano en **47.49%** (100% - 52.51%), **52.59%** (100% - 47.41%) y **44.20%** (100% - 55.80%). La variedad **Amarilla Zacaca** fue la menos afectada, reduciendo su rendimiento de grano en **27.36%** (100% - 72.64%). Estos resultados, son esperados teniendo en cuenta que la deficiencia hídrica afectará la producción de fotoasimilados, debido a que se limita el

aprovechamiento del CO₂, cuyo ingreso a través de los estomas se restringe debido al cierre de estas estructuras, y con ello se afecta la eficiencia fotosintética; se agrega a ello el desbalance hídrico, ocasionado por la deficiencia hídrica; así mismo la translocación de los fotoasimilados, que en estas circunstancias se translocan o se remueven preferentemente de las hojas y tallos hacia las raíces, como mecanismo de defensa de las plantas para sobrevivir.

El promedio registrado para la condición controlada, equivalente a 3921.10 kg/ha, difirió estadísticamente del valor promedio obtenido en condiciones de deficiencia hídrica, equivalente a 2348.91 kg/ha. (**Tabla 13, Figura 20**)

4.3. REGRESIONES Y CORRELACIONES SIMPLES LINEAL

4.3.1. Rendimiento de grano/ha Vs. Longitud de panoja

La asociación entre estas características fue significativa ($r = 0.489^{**}$) con un coeficiente de determinación equivalente a 24%, que indica que del total de variaciones que ocurran en el rendimiento de grano, el 24% se debe a la longitud de panoja. En cuanto a la relación determinada por la regresión se registró un valor positivo y altamente significativo equivalente a $b = 51.13^{**}$, que señala que al incrementar en una unidad la longitud de panoja, el rendimiento de grano también se incrementará en 51.13 kg/ha. (**Tabla 14, Figura 21**).

4.3.2. Rendimiento de grano/ha Vs. Número de glomerulos por planta

La asociación determinada para estas características fue altamente significativa con un coeficiente de correlación equivalente a $r = 0.70^{**}$ y un coeficiente de determinación de 49%, interpretándose, que de las variaciones que se produzca en el rendimiento, el 49% se atribuye al número de glomérulos por planta. Por otro lado la relación entre estas variables, fue positivo y altamente significativo con un valor $b = 41.14^{**}$, indicando que al

Tabla 13. Rendimiento de grano (kg/ha). Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque". 2015

| VARIEDADES | PROMEDIO | RIEGO (R1) | DEFICIT HIDRICO (R0) | R0 / R1 X 100 |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Amarilla Zacaca | 4264.68 A | 4940.48 A | 3588.88 A | 72.64 |
| Blanca Junin | 3250.00 B | 4261.90 A B | 2238.10 A B | 52.51 |
| Roja Pasankalla | 3155.95 B | 4281.74 A B | 2030.16 A B | 47.41 |
| Santa Ana | 3060.51 B | 3928.57 A B | 2192.46 A B | 55.80 |
| Amarilla Marangani | 3048.51 B | 3749.81 A B | 2347.22 A B | 62.59 |
| Inia Salcedo | 2964.28 B | 3757.93 A B | 2170.63 A B | 57.76 |
| Negra Collana | 2840.08 B | 3452.38 B | 2227.78 A B | 64.53 |
| Mantaro | 2496.03 B | 2996.03 B | 1996.03 B | 66.62 |
| DMS | 977.34 | 1396.05 | 1581.01 | |
| | | | | |
| | | COMPARACION DE AMBIENTES | | |
| | | Riego | 3921.10 | A |
| | | Sequia | 2348.91 | B |
| | | DMS | 306.09 | |

TABLA 14. Correlación y regresión lineal simple entre el rendimiento en grano (t/ha) y sus componentes.

| Rendimiento de grano /ha Vs. | Coef. De correlación (r) | Coef. de determinación (r² x 100) | Coeficiente de regresión (b) | Ecuación de regresión |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------|
| Longitud de panoja | 0.489 ** | 24.00 | 51.13 ** | Y = 550.19 + 51.13 x |
| N° glomérulos/panoja | 0.70 ** | 49.00 | 41.14 ** | Y = 1222.19 + 41.14 x |
| Peso de 1000 granos | 0.316 * | 10.00 | 544.16 * | Y = 1994.30 + 544.16 x |
| Materia seca total | 0.655** | 43.00 | 67.77 ** | Y = 1173.40 + 67.77 x |

FIGURA 19. Rendimiento de grano de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, parte baja del Valle Chancay, Región Lambayeque, 2015

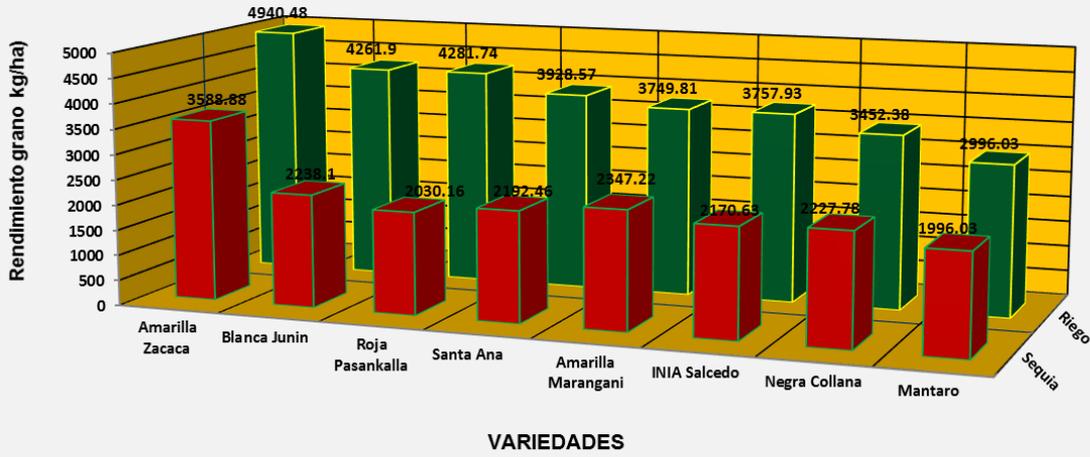
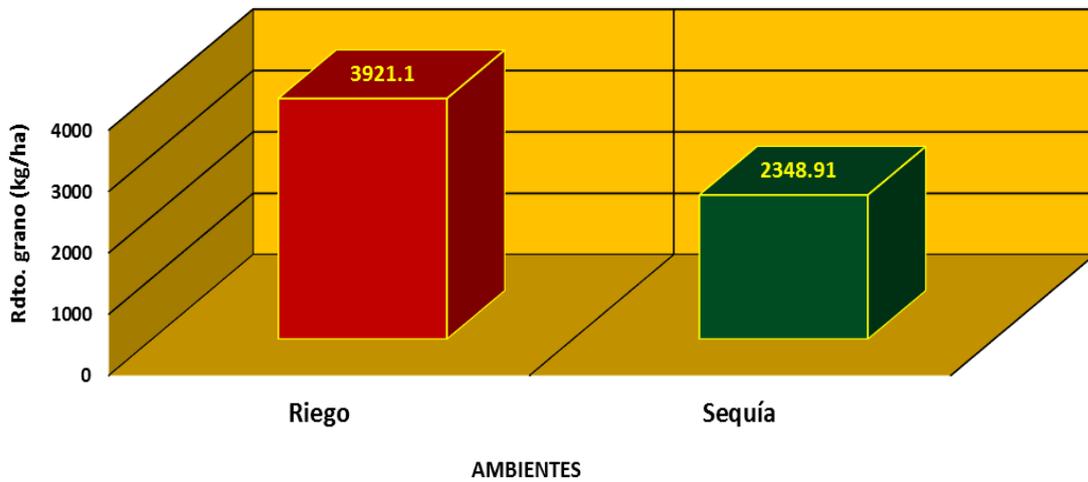


FIGURA 20. Rendimiento de grano de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en condiciones de deficiencia hídrica, parte Baja del Valle Chancay, Lambayeque, 2015.



ocurrir un incremento en una unidad del número de glomérulos por planta, el rendimiento en grano se incrementará en 41.14 kg/ha. (**Tabla 14, Figura 22**).

4.3.3. Rendimiento de grano/ha Vs. Peso de 1000 granos

Cuando se realizó la correlación entre estas características se registró una asociación significativa con un coeficiente de correlación positivo ($r=0.316^{**}$), y un coeficiente de determinación de $r^2= 10 \%$, que indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento de grano, el 10% es atribuible al peso de 1000 granos. La relación entre dichas características expresó un coeficiente de regresión positivo y significativo ($b=544.16^*$), lo que implica que al incrementarse el peso de 1000 granos en una unidad, el rendimiento de grano también aumentará en 544.16 kg/ha. (**Tabla 14, Figura 23**).

4.3.4. Rendimiento de grano/ha Vs. Materia seca total

El grado de asociación entre estas características fue positivo y altamente significativo ($r = 0.655^{**}$), con un coeficiente de determinación de $r^2 \times 100 = 43 \%$, que indica que del 100% de las variaciones en el rendimiento de grano, se explica por que un 43% de estas, se atribuye a la materia seca total. La relación entre estas características ($b=67.77$), señala que cuando se incrementa en un kg/ha la materia seca, el rendimiento aumentará en 67.77 kg/ha (**Tabla 14, Figura 24**).

Figura 21. Rendimiento de grano Vs. Longitud de panoja

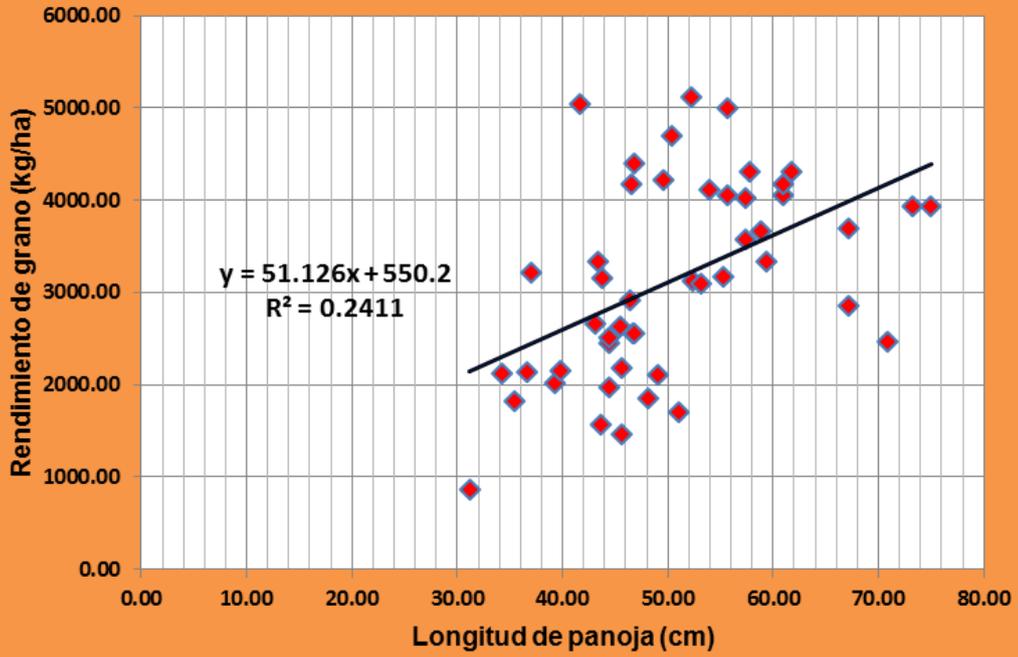


Figura 22. Rendimiento de grano Vs. N° de glomerulos por panoja

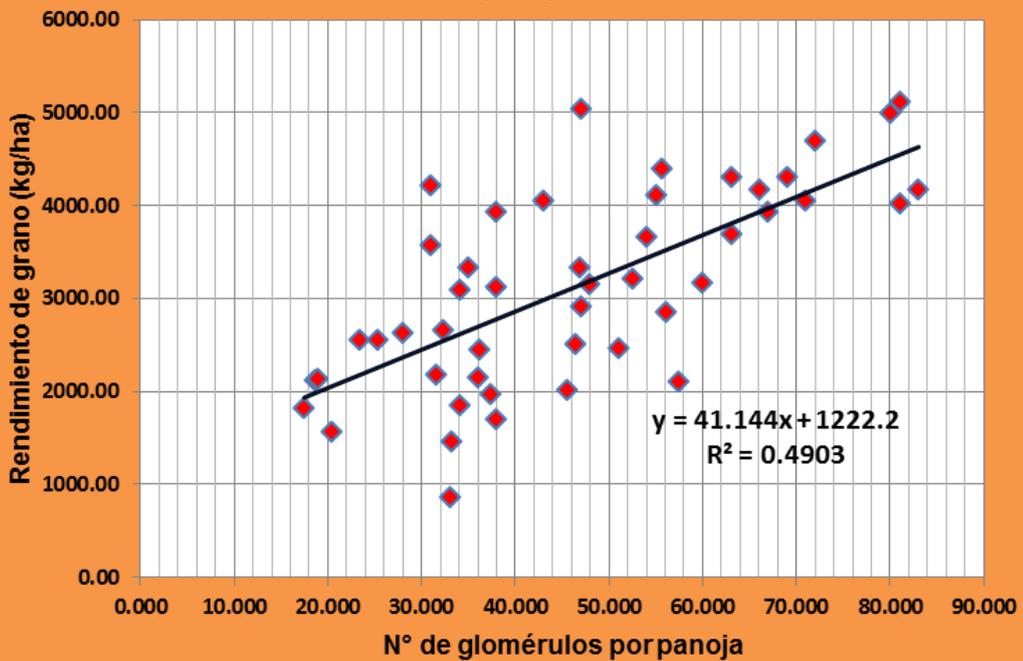


Figura 23. Rendimiento de grano Vs. Peso de 1000 granos

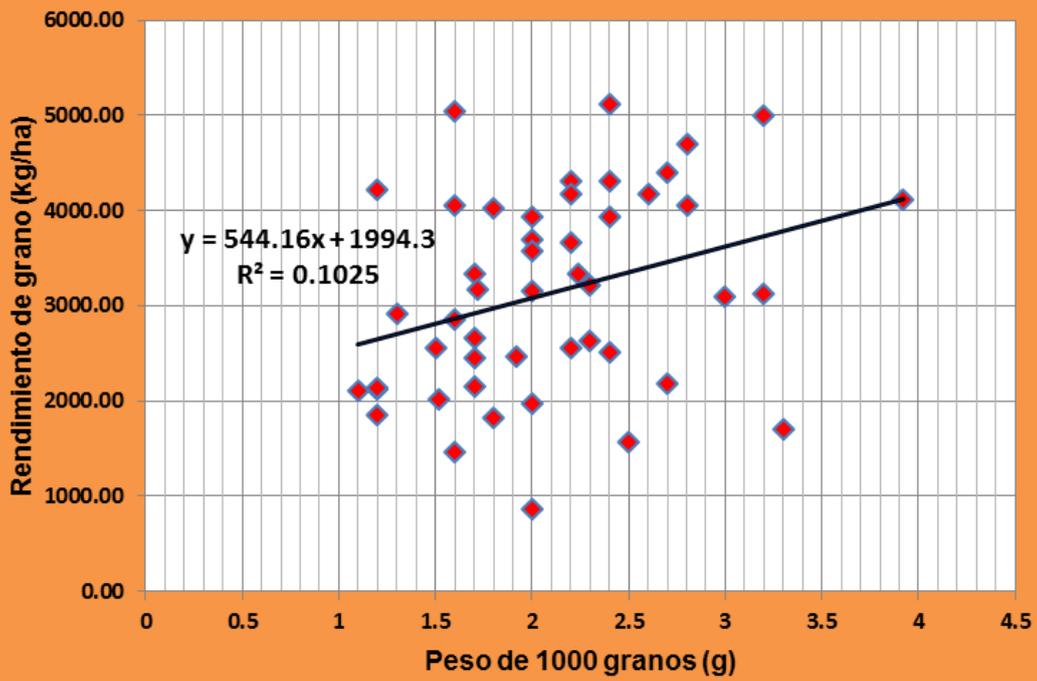
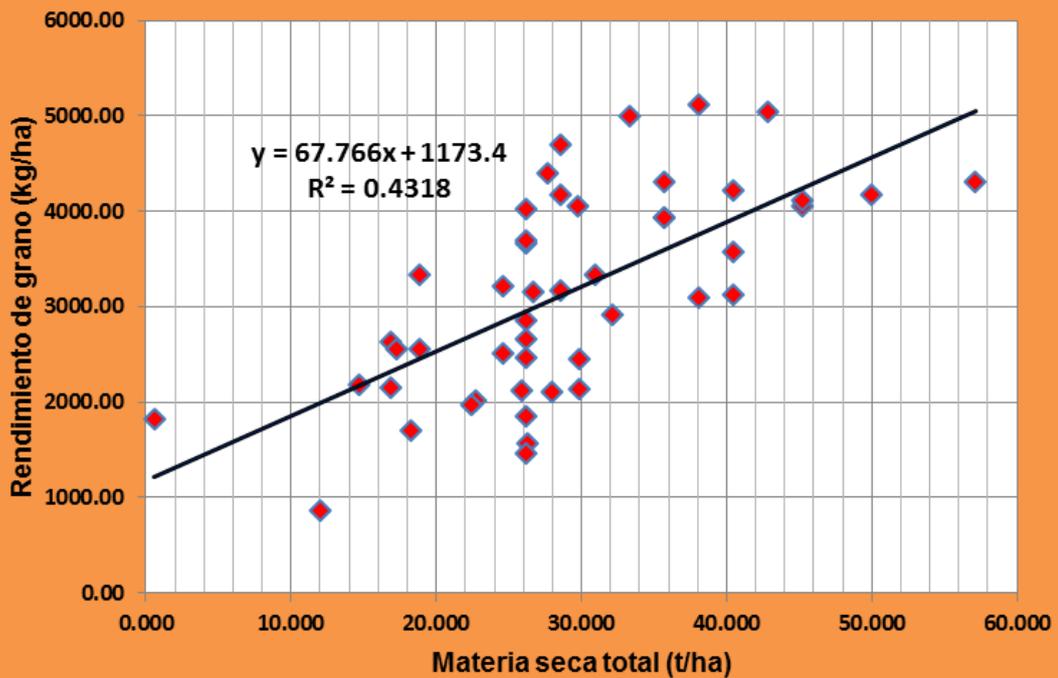


Figura 24. Rendimiento de grano Vs. Materia seca total



4.4. ANALISIS MULTIVARIADO

4.4.1. Analisis de cluster

Una forma sencilla fácil de interpretar el historial de conglomeración, es mediante el análisis de Cluster. Podemos observar en la **Tabla 15 y Figura 25**, que los materiales genéticos forman tres grupos; cada grupo expresa que los materiales que lo conforman son genética y fenotípicamente parecidos, teniendo en cuenta que se evaluaron varias características y en base a ellas se realizó el análisis. En el primer grupo conformado por Santa Ana, Amarilla Marangani, INIA Salcedo, Negra Collana, Blanca Junín y Roja Pasankalla; un segundo grupo conformado por la Variedad Mantaro y un tercer grupo conformado por Amarilla Zacaca. Se observa que la variedad Amarilla Zacaca que se ubica aislada, registra el mayor rendimiento de grano; de igual manera la Variedad Mantaro, pero registra el menor rendimiento de grano; estos resultados evidencian que, teniendo en cuenta el rendimiento de grano, las variedades tienen, genética y fenotípicamente diferente capacidad productiva.

4.4.2. Analisis de componentes principales

En el **Tabla 16** matriz de correlaciones, podemos observar que existe una correlación directa alta entre la altura de planta con número de glomérulos por panoja y diámetro de tallo. Por otro lado existió una correlación directa media entre diámetro de tallo con el numero de glomérulos, días a la madurez de cosecha, numero de glomérulos; entre rendimiento de grano con numero de glomérulos y días al inicio de flor; entre días a la madurez de cosecha con altura de planta y peso de 1000 granos.

En la **Tabla 17**, tenemos las comunalidades, que nos permite determinar cual de las variables son más importantes, con valores superiores a 0.4; variables como la altura de planta, longitud de panoja, número de glomérulos y peso de 1000 granos, resultaron siendo las más importantes.

En **Tabla 18**, se presenta la varianza total explicada, que explica mejor lo que esta pasando en el problema, en este caso se observa que es el componente C1; aunque consideramos un total de tres componentes, con los cuales se explica el 87.19% de la varianza.

Tabla 15. Historial de conglomeración

| Historial de conglomeración | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|--------------|--|-----------|-----------------|
| Etapa | Clúster combinado | | Coeficientes | Primera aparición del clúster de etapa | | Etapa siguiente |
| | Clúster 1 | Clúster 2 | | Clúster 1 | Clúster 2 | |
| 1 | 1 | 2 | 328,542 | 0 | 0 | 2 |
| 2 | 1 | 5 | 8549,137 | 1 | 0 | 4 |
| 3 | 4 | 8 | 9821,054 | 0 | 0 | 5 |
| 4 | 1 | 7 | 36361,712 | 2 | 0 | 5 |
| 5 | 1 | 4 | 60944,313 | 4 | 3 | 6 |
| 6 | 1 | 6 | 327849,008 | 5 | 0 | 7 |
| 7 | 1 | 3 | 1720164,409 | 6 | 0 | 0 |

Figura 25. Dendrograma

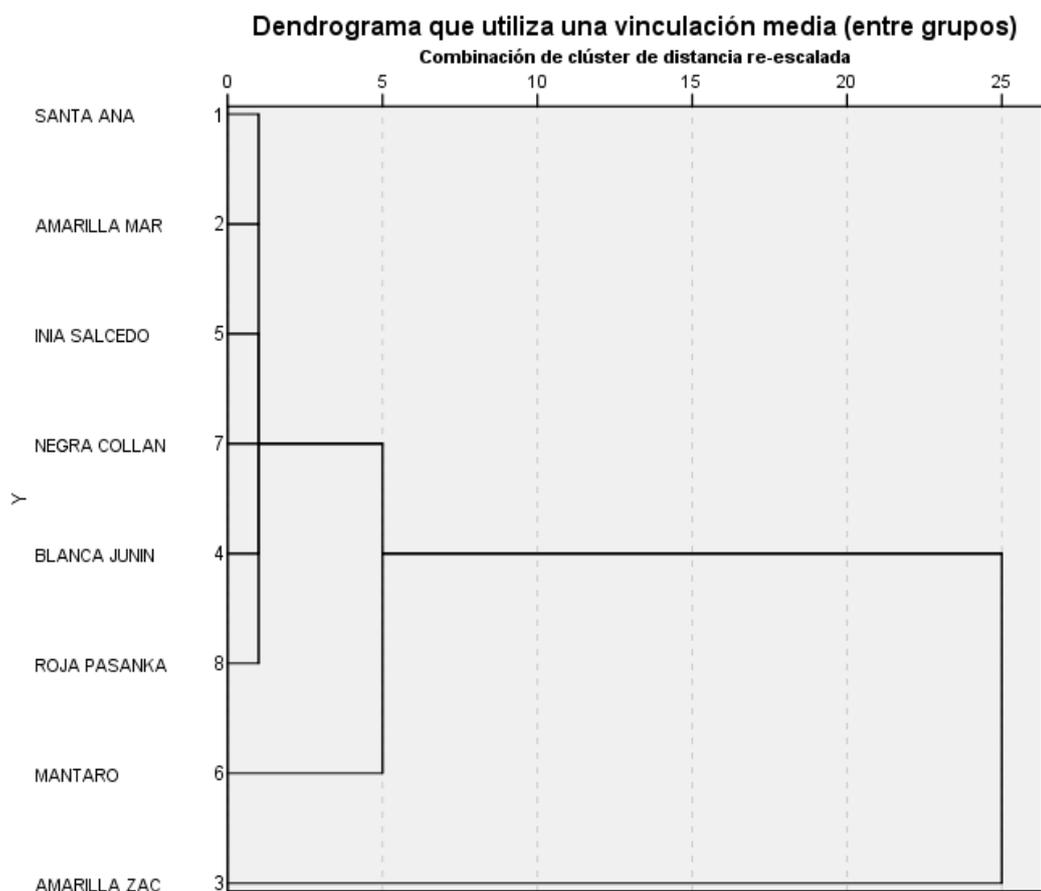


Tabla 16. Matriz de correlaciones

| Matriz de correlaciones^a | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| | | Altura planta (m) | Longitud panoja (cm) | Diametro tallo (mm) | N° glomerulos | Materia seca (t/ha) | Rdto. grano (Kg/Ha) | Peso 1000 granos | Dia inicio flor | Días madurez cosecha |
| Correlación | Altura planta (m) | 1,000 | ,252 | ,838 | ,919 | -,063 | ,299 | ,048 | ,177 | ,556 |
| | Longitud panoja (cm) | ,252 | 1,000 | ,307 | ,024 | -,716 | -,529 | ,123 | -,860 | ,492 |
| | Diametro tallo (mm) | ,838 | ,307 | 1,000 | ,679 | -,003 | ,092 | ,230 | ,085 | ,758 |
| | N° glomerulos | ,919 | ,024 | ,679 | 1,000 | ,142 | ,563 | ,083 | ,368 | ,277 |
| | Materia seca (t/ha) | -,063 | -,716 | -,003 | ,142 | 1,000 | ,451 | ,374 | ,612 | -,128 |
| | Rdto. grano (Kg/Ha) | ,299 | -,529 | ,092 | ,563 | ,451 | 1,000 | ,334 | ,671 | -,066 |
| | Peso 1000 granos | ,048 | ,123 | ,230 | ,083 | ,374 | ,334 | 1,000 | -,014 | ,518 |
| | Dia inicio flor | ,177 | -,860 | ,085 | ,368 | ,612 | ,671 | -,014 | 1,000 | -,226 |
| | Días madurez cosecha | ,556 | ,492 | ,758 | ,277 | -,128 | -,066 | ,518 | -,226 | 1,000 |

a. Esta matriz no es cierta positiva.

Tabla 17. Comunalidades

| Comunalidades | | |
|--|---------|------------|
| | Inicial | Extracción |
| Altura planta (m) | 1,000 | ,980 |
| Longitud panoja (cm) | 1,000 | ,933 |
| Diametro tallo (mm) | 1,000 | ,857 |
| N° glomerulos | 1,000 | ,915 |
| Materia seca (t/ha) | 1,000 | ,780 |
| Rdto. grano (Kg/Ha) | 1,000 | ,715 |
| Peso 1000 granos | 1,000 | ,930 |
| Día inicio flor | 1,000 | ,881 |
| Días madurez cosecha | 1,000 | ,857 |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. | | |

El grafico de sedimentación, nos señala que es el componente C1, el equipo con mejor desempeño conformado por varios parámetros; agregamos a ellos los tres componentes C2 y C3.

En la **Tabla 19**, referido a la matriz de componentes, observamos que el componente C1 tiene la mayor correlación positiva con las características altura de planta, numero de glomerulos y diametro de tallo; el componente C2, tiene correlación positiva con días al inicio de flor, materia seca total y rendimientos de grano. Por otro lado el C3 tiene correlación positiva con peso de 1000 semillas.

En la **Tabla 20**, en cuanto a la matriz rotada, es la que define los componentes, así tenemos que para el **componente 1** pertenecen las siguientes características: días al inicio de flor, materia seca total y rendimientos de grano; para el **componente 2**, las característica altura de planta, numero de glomerulos y diametro de tallo, y la **componente 3**, el peso de 1000 granos.

En la **Tabla 21**, se presenta la matriz de transformación, que arrojo una correlación directa alta entre el componente 1 y el componente 2.

Tabla 18. Varianza total explicada

| Varianza total explicada | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|-------------|---|---------------|-------------|---|---------------|-------------|
| Componente | Autovalores iniciales | | | Sumas de extracción de cargas al cuadrado | | | Sumas de rotación de cargas al cuadrado | | |
| | Total | % de varianza | % acumulado | Total | % de varianza | % acumulado | Total | % de varianza | % acumulado |
| 1 | 3,355 | 37,278 | 37,278 | 3,355 | 37,278 | 37,278 | 3,144 | 34,932 | 34,932 |
| 2 | 3,127 | 34,741 | 72,019 | 3,127 | 34,741 | 72,019 | 3,081 | 34,234 | 69,166 |
| 3 | 1,365 | 15,172 | 87,191 | 1,365 | 15,172 | 87,191 | 1,622 | 18,025 | 87,191 |
| 4 | ,626 | 6,951 | 94,143 | | | | | | |
| 5 | ,342 | 3,797 | 97,939 | | | | | | |
| 6 | ,110 | 1,220 | 99,159 | | | | | | |
| 7 | ,076 | ,841 | 100,000 | | | | | | |
| 8 | 1,682E-16 | 1,869E-15 | 100,000 | | | | | | |
| 9 | -2,943E-17 | -3,270E-16 | 100,000 | | | | | | |

Método de extracción: análisis de componentes principales.

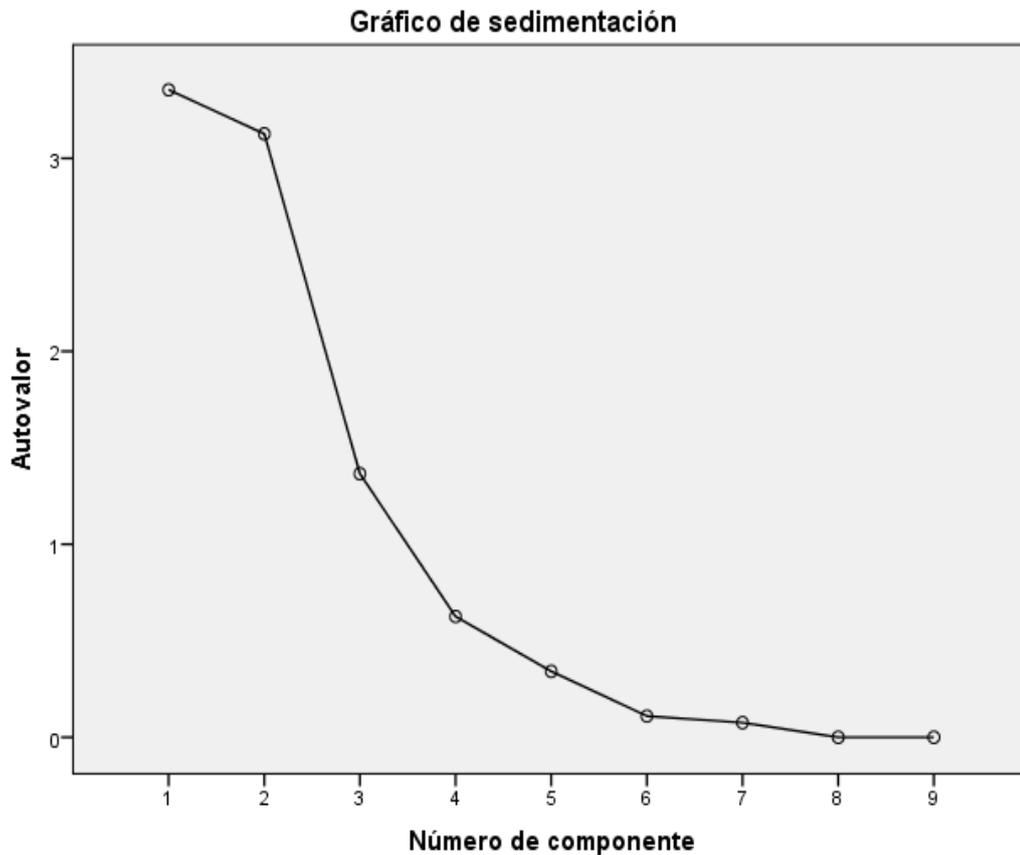


Tabla 19. Matriz de componentes

| Matriz de componente^a | | | |
|--|-------------------|----------|----------|
| | Componente | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Altura planta (m) | ,891 | -,267 | -,338 |
| Nº glomerulos | ,889 | | -,352 |
| Diametro tallo (mm) | ,842 | -,383 | |
| Días madurez cosecha | ,602 | -,582 | ,394 |
| Longitud panoja (cm) | | -,965 | |
| Dia inicio flor | ,405 | ,832 | -,155 |
| Materia seca (t/ha) | ,269 | ,740 | ,400 |
| Rdto. grano (Kg/Ha) | ,562 | ,630 | |
| Peso 1000 granos | ,384 | | ,884 |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. | | | |
| a. 3 componentes extraídos. | | | |

Tabla 20. Matriz de componente rotado

| Matriz de componente rotado^a | | | |
|---|------------|-------|-------|
| | Componente | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Longitud panoja (cm) | -,909 | ,253 | ,204 |
| Día inicio flor | ,908 | ,186 | -,150 |
| Materia seca (t/ha) | ,809 | -,109 | ,338 |
| Rdto. grano (Kg/Ha) | ,777 | ,309 | ,124 |
| Altura planta (m) | | ,990 | |
| N° glomerulos | ,295 | ,909 | |
| Diametro tallo (mm) | | ,872 | ,296 |
| Peso 1000 granos | ,153 | | ,952 |
| Días madurez cosecha | -,338 | ,556 | ,658 |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. | | | |
| a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones. | | | |

Tabla 21. Matriz de transformación de componente

| Matriz de transformación de componente | | | |
|---|------|-------|-------|
| Componente | 1 | 2 | 3 |
| 1 | ,317 | ,891 | ,324 |
| 2 | ,947 | -,277 | -,165 |
| 3 | ,057 | -,359 | ,932 |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. | | | |

V. CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo planteado para el trabajo de investigación realizado, se concluye:

1. En ambiente controlado (R_1), las variedades **Amarilla Zacaca Blanca Junín, Roja Pasankalla, Santa Ana, Amarilla Marangani, e INIA Salcedo** registraron los mayores rendimientos de grano con 4940.48, 4261.90, 4281.74, 3928.57, 3749.81 y 3757.93 kg/ha; mientras que las variedades **Negra Collana y Mantaro**, mostraron los menores rendimientos de grano, con 3452.38 y 2996.03 kg/ha.
2. Dentro del ambiente de deficiencia hídrica, la variedad **Amarilla Zacaca** registra el mayor rendimiento de grano con 3588.88 kg/ha, mientras que la variedad **Mantaro**, obtuvo el menor rendimiento equivalente a 1996.03 kg/ha.
3. El efecto causado por la deficiencia hídrica se reflejó en una reducción del rendimiento de grano en las variedades **Blanca Junín, Roja Pasankalla y Santa Ana**, reduciendo el rendimiento de grano en **47.49%** (100% - 52.51%), **52.59%** (100% - 47.41%) y **44.20%** (100% - 55.80%). La variedad **Amarilla Zacaca** fue la menos afectada, reduciendo su rendimiento de grano en **27.36%** (100% - 72.64%).
4. Todas las variedades mostraron una reducción en el número de glomérulos al pasar de R_1 a R_0 a causa de la deficiencia hídrica, siendo las variedades mas afectadas, **Roja Pasankalla, Santa Ana y Blanca Junín**, sufrieron una reducción de 49.66% (100% - 50.34%), 44.16% (100% - 55.84%) y 41.26% (100% - 58.74%).
5. La deficiencia hídrica, **produjo** una reducción en la producción de materia seca en la mayoría de las variedades, pero fue drástico en las variedades **Blanca Junín, INIA Salcedo y Roja Pasankalla**, que redujeron la producción de materia seca en 61.19% (100% - 38.81%), 54.55% (100% - 45.45%) y

54.54% (100% - 45.45%).

6. La longitud de panoja de todas las variedades se redujo al pasar de las condiciones controladas (R_1) a las condiciones de deficiencia hídrica (R_0), siendo las mas afectadas las variedades **Mantaro y Santa Ana**, que redujeron su longitud de panoja en 30.43 % (100% - 69.57%) y en 36.65% (100% - 63.35%).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Calla, C.J. 2012.** Guia Tecnica, Manejo Agronomico del Cultivo de Quinoa. UNALM.
2. **Cabrera, R.K. 2016.** "Evaluación del comportamiento de 11 variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa*), en el Centro Poblado de Yatun, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca" Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
3. **Colachagua C. C. 2015.** Parcelas de comprobacion de compuestos de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en dos localidades del valle del Mantaro. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú.
4. **Fairlie R.A. (2015).** La quinua en el Perú: cadena exportadora y políticas de gestión ambiental, Universidad Pontificia Catolica del Perú.
5. **Heiser, C. y D. Nelson. 1974.** On the origen of the cultivated *Chenopods* (*Chenopodium*). *Genetics* 78: 503-505.
6. **Mujica, Angel, et. al. 2001.** Agronomia del cultivo de quinua. FAO, UNA Puno, CIP, Lima Peru.
7. **Mujica, A., S.-E. Jacobsen, J. Izquierdo & J. Marathee. 1998.** Libro de Campo de la Prueba Americana y Europea de Quinoa. FAO, UNA-Puno. Editor CIP, Lima, Peru, 41 p.
8. **Mujica, A. 1983.** Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 70-76.
9. **Wilson, H.D. 1976.** A biosystematic study of the *Chenopods* and related species. Ph.D. Thesis. Indiana University. USA.

10. **Perez, M.E. 2018.** Comportamiento de 09 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de secano, en el Centro Poblado de Yatun, Cutervo, Región Cajamarca. **Tesis** Ingeniero Agronomo, Fcaultad de Agronomia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.

IX. LINKOGRAFIA

Fuente: Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathee, J. P. (Editores). <http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap1.htm>

<http://www.lamolina.edu.pe/Rectorado/web/2013/variedad.pdf>

<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/quinua.htm>

<http://www.elregionalcajamarca.com/2014/03/27/ejecutan-proyecto-para-mejorar-siembra-de-quinua/>

<http://www.minag.gob.pe/portal/la-quinua/variedades>

<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-presentan-junin-variedad-quinua-mejor-calidad-grano-y-mayor-rendimiento-486593.aspx>

ANEXO

Análisis de variancia en riego

Días al inicio flor

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|------|-------|------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 1.75 | 0.88 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 10.50 | 1.50 | N.S |
| Error | 14 | 38.25 | 2.73 | |
| Total | 23 | 50.50 | | |
| C.V. (%) | 4.11 | | | |

Días a la madurez cosecha

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|------|--------|-------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 1.00 | 0.50 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 519.17 | 74.17 | ** |
| Error | 14 | 68.33 | 4.88 | |
| Total | 23 | 588.50 | | |
| C.V. (%) | 2.11 | | | |

Altura planta (m)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|------|---------|---------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 1.5E-03 | 7.7E-04 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 0.40 | 0.06 | ** |
| Error | 14 | 0.10 | 0.01 | |
| Total | 23 | 0.50 | | |
| C.V. (%) | 5.47 | | | |

Longitud panoja (cm)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|-------|---------|--------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 44.49 | 22.25 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 847.95 | 121.14 | N.S |
| Error | 14 | 646.92 | 46.21 | |
| Total | 23 | 1539.36 | | |
| C.V. (%) | 11.70 | | | |

Diametro tallo (mm)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|----|--------|-------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 27.30 | 13.65 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 230.15 | 32.88 | ** |
| Error | 14 | 61.15 | 4.37 | |
| Total | 23 | 318.60 | | |

| | | | | |
|----------|------|--|--|--|
| C.V. (%) | 9.06 | | | |
|----------|------|--|--|--|

N° glomerulos

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|-------|---------|--------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 144.08 | 72.04 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 5783.63 | 826.23 | ** |
| Error | 14 | 689.25 | 49.23 | |
| Total | 23 | 6616.96 | | |
| C.V. (%) | 12.30 | | | |

Materia seca (t/ha)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|-------|---------|--------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 25.62 | 12.81 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 1260.92 | 180.13 | ** |
| Error | 14 | 358.92 | 25.64 | |
| Total | 23 | 1645.45 | | |
| C.V. (%) | 14.20 | | | |

Rendimiento de grano Kg/Ha)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|-------|-------------|------------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 251359.77 | 125679.89 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 7250450.16 | 1035778.59 | ** |
| Error | 14 | 3287001.63 | 234785.83 | |
| Total | 23 | 10788811.57 | | |
| C.V. (%) | 12.36 | | | |

Peso 1000 granos (g)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|-------|------|------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 0.20 | 0.10 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 6.88 | 0.98 | ** |
| Error | 14 | 1.99 | 0.14 | |
| Total | 23 | 9.07 | | |
| C.V. (%) | 16.46 | | | |

Analisis de varianza en sequía

Día al inicio flor

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|------------|------|-------|------|-------------------------|
| REPETICION | 2 | 5.33 | 2.67 | N.S |
| VARIEDADES | 7 | 11.29 | 1.61 | N.S |
| Error | 14 | 47.33 | 3.38 | |
| Total | 23 | 63.96 | | |
| C.V. (%) | 4.65 | | | |

Días a la madurez cosecha

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 9.25 | 4.63 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 311.96 | 44.57 | ** |
| Error | 14 | 117.42 | 8.39 | |
| Total | 23 | 438.63 | | |
| C.V. (%) | 8.29 | | | |

Altura planta (m)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 0.03 | 0.01 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 0.43 | 0.06 | ** |
| Error | 14 | 0.19 | 0.01 | |
| Total | 23 | 0.65 | | |
| C.V. (%) | 8.29 | | | |

Longitud panoja (cm)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|---------------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 45.87 | 22.93 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 316.28 | 45.18 | * |
| Error | 14 | 221.11 | 15.79 | |
| Total | 23 | 583.26 | | |
| C.V. (%) | 9.24 | | | |

Diámetro tallo (mm)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 0.24 | 0.12 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 46.65 | 6.66 | ** |
| Error | 14 | 17.08 | 1.22 | |
| Total | 23 | 63.98 | | |
| C.V. (%) | 7.18 | | | |

N° glomérulos por panoja

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 4.88 | 2.44 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 2977.13 | 425.30 | ** |
| Error | 14 | 300.23 | 21.44 | |
| Total | 23 | 3282.24 | | |
| C.V. (%) | 12.88 | | | |

Materia seca Total (t/ha)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 21.94 | 10.97 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 365.52 | 52.22 | N.S |
| Error | 14 | 749.16 | 53.51 | |
| Total | 23 | 1136.62 | | |
| C.V. (%) | 32.91 | | | |

Rendimiento de grano (Kg/Ha)

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-------------|------------|---|
| REPETICION | 2 | 2418209.92 | 1209104.96 | * |
| VARIETADES | 7 | 5540644.06 | 791520.58 | N.S |
| Error | 14 | 4215700.18 | 301121.44 | |
| Total | 23 | 12174554.16 | | |
| C.V. (%) | 23.36 | | | |

Peso 1000 granos

| F.V. | gl | SC | CM | Sig ($\alpha = 0.05$) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---|
| REPETICION | 2 | 0.37 | 0.19 | N.S |
| VARIETADES | 7 | 5.27 | 0.75 | ** |
| Error | 14 | 1.68 | 0.12 | |
| Total | 23 | 7.32 | | |
| C.V. (%) | 18.23 | | | |



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Comportamiento de 08 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) bajo condiciones de deficiencia hídrica, en la parte baja del Valle Chancay, Region Lambayeque"

TESIS

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRONOMO

Presentado por:

BACH. JORGE LUISIN SIESQUÉN ALVAREZ

LAMBAYEQUE - PERU

2018