

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRONOMA



**Rendimiento de quinua variedad “Salcedo INIA”
(Chenopodium quinoa Willd) con cinco densidades de
siembra bajo condiciones del valle de Huaral –Lima-2015**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

Bach. Pedro Abel Salazar Palacios

Asesor: Ing. Pedro Nicho Salas

BARRANCA - PERÚ

2016

Palabras claves

Tema	Densidad siembra en quinua
Objetivo	Determinar , rendimiento

Key Words

Topic Effect	Densyted sow in quinoa
Target	Determine

**Rendimiento de quinua variedad “Salcedo INIA” (*Chenopodium quinoa Willd*)
con cinco densidades de siembra bajo condiciones del valle de Huaral –Lima-
2015**

Resumen

El presente proyecto de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Donoso Huaral del INIA, Valle de Chancay-Huaral, en la provincia de Huaral, departamento de Lima, con el objetivo de determinar el rendimiento de quinua variedad “Salcedo INIA” (*Chenopodium quinoa* Willd), con cinco densidades de siembra, bajo condiciones del valle de Huaral. El diseño estadístico utilizado fue el Diseño de Bloque Completo al Azar con 5 tratamientos y un testigo absoluto distribuidos al azar en 4 repeticiones y para la prueba de comparación de medias se empleó la Prueba de Duncan. Al finalizar el trabajo de investigación se determinó que: Mayor altura de planta a la cosecha y mayor peso de semilla por planta se obtuvo a menor densidad de plantas D_1 (20 plantas/m.l) y D_2 (30 plantas/m.l), y menor fue a mayor densidad D_6 (45 plantas/m.l). Para el peso de 1000 semillas (g), se determinó que en las diferentes densidades evaluadas estadísticamente no existe diferencias significativas. El Mayor rendimiento de quinua por ha se obtuvo con las densidades; D_6 (45 plantas/m.l), D_5 (40 plantas/m.l) y D_4 (35 plantas/m.l) y menor rendimiento se obtuvo a menor densidad D_1 (20 plantas/m.l), D_2 (25 plantas/m.l) y D_3 (30 plantas/m.l).

ABSTRACT

The present research project was conducted in the Experimental Station Agricultural Donoso, Huaral of the INIA, the Valley of Chancay-Huaral, in the province of Huaral, department of Lima, with the object of determining the performance of the quinoa variety "Salcedo INIA" (*Chenopodium quinoa Willd*), with five seeding densities, under conditions of the valley of Huaral. The statistical design used was the design of Complete Block at Random, with five treatments and a witness, all distributed at random in 4 replicates, and for the comparison test of means was employed by the Test of Duncan.. at The end of the research work determinò: Higher plant height at harvest and a greater weight of seed per plant was obtained at lower plant density D₁ (20 plants/m.l) and D₃ (30 plants/m.l), and lower was at higher density D₆ (45 plants/m.l). For the weight of 1000 seeds (g), it was determined that the different densities evaluated statistically no significant differences. The Highest yield of quinoa per ha was obtained with the densities: D₆ (45 plantas/m.l), D₅ (40 plantas/m.l.) y D₄ (35 plantas/m.l) y menor rendimiento se obtuvo a menor densidad D₁ (20 plantas/m.l), D₂ (25 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l).

INDICE GENERAL

	Pag
I. INTRODUCCIÓN	01
1.1 Antecedentes y fundamentación científica	01
1.2 Justificación de la Investigación	05
1.3 Problema	07
1.4 Marco Referencial	07
1.4.1 Origen	07
1.4.2 Taxonomía de la quinua	08
1.4.3 Características botánicas	10
1.4.4 Requerimientos edafoclimáticos de la quinua	13
1.4.5 El Ciclo vegetativo	16
1.4.6 Particularidades del cultivo.	17
1.4.7 Producción de la quinua	22
1.5 Hipótesis	23
1.6 Objetivos	23
1.6.1 Objetivo general.	23
1.6.2 Objetivo específico.	23
II. MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.1 Materiales	24
2.2 Método	24
2.2.1 Descripción del área experimental.	24
2.2.2 Acondicionamiento y preparación del área experimental	25

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1 Características de planta	34
3.1.1 Altura planta a la cosecha (m)	34
3.1.2 Peso promedio de planta (g)	35
3.2 Rendimiento	36
3.2.1 Rendimiento promedio de semilla/ planta (g)	36
3.3 Características de panoja y grano	38
3.3.1 Peso Total de panoja (g)	38
3.3.2 Peso 1000 semillas (g)	40
IV. ANALISIS Y DISCUSION.	43
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	44
5.1.- Conclusiones	44
5.2.- Recomendaciones	44
VI. AGRADECIMIENTO	45
VII. DEDICATORIA	46
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	
Anexos 01. Croquis del campo y parcela experimental	52
Anexos 02. Características de la parcela	53
Anexo 03: Análisis de suelo	54
Anexo 04: Información meteorológica del área experimental	55
Anexo 05: Características del cultivo	57

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Área experimental	25
Figura 02: Preparación del terreno	26
Figura 03: Fertilización	27
Figura 04: Aporque	28
Figura 05: Riego	29
Figura 06: Control de malezas	29
Figura 07: Problemas fitosanitarios	30
Figura 08: Aplicaciones	30
Figura 09: Evaluación de porcentaje de emergencia del grano	32
Figura 10: Evaluación de altura de planta	32
Figura 11: Altura de planta	35
Figura 12: Peso de planta	36
Figura 13: Peso de semilla / planta (g)	38
Figura 14: rendimiento de grano kg/a	38
Figura 15: Peso total de panoja	40
Figura 16: Peso de 1000 Semillas	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Dosis de fertilización en cultivo de quinua	28
Tabla 02: Dosis requerida para control fitosanitario en cultivo de quinua	31
Tabla 03: Análisis de variancia de altura de planta a la cosecha	34
Tabla 04: Prueba de Duncan de altura de planta a la cosecha (m)	34
Tabla 05: Análisis de variancia de peso de planta (g)	35
Tabla 06: Prueba de Duncan de peso de planta (g)	36
Tabla 07: Análisis de variancia del peso de semilla/ palnta (g)	37
Tabla 08: Prueba de Duncan de Peso de semilla /Palnta (g)	37
Tabla 09: Análisis de variancia de peso total de panoja (g)	39
Tabla 10: Prueba de Duncan de peso total de panoja (g)	39
Tabla 11: Análisis de variancia de peso de 1000 semillas (g)	40
Tabla 12 : Prueba de Duncan de peso de 1000 semillas (g)	41
Tabla 13 : Resumen de características de planta	41

III. INTRODUCCIÓN

1.7 Antecedentes y fundamentación científica

Ticona y Chambi (2009) En su trabajo de investigación sobre: *Experiencias del riego por aspersión y goteo en el rendimiento del cultivo de la quinua (chenopodium quinoa, willd), en la región LÍpez, Potosí.* Concluyen que en el riego por goteo se usa menos agua, en comparación a lo que se aplica en el riego por aspersión. Para ello evaluarón dos técnicas de riego por aspersión y goteo obteniendo en la localidad de Potosí rendimientos de 3,5 y 15,2 qq/ha. respectivamente y en la localidad de Todo Santos se obtuvieron rendimientos de 15,7 y 26,0 qq/ha, respectivamente; demostrándose clara diferencia superior del gotero frente a la aspersión.

Céspedes y Álvarez, (2009) En su investigación sobre el *efecto del distanciamiento sobre el rendimiento de grano en tres genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en el centro Agronómico Kiara.* concluyó que hubo una alta significación estadística, en el rendimiento de grano debido a la acción de la materia orgánica y el fertilizante químico, donde la aplicación de fertilizantes influyó significativamente en el rendimiento de grano de los tres genotipos. Así los tres genotipos con fertilización química en promedio rindieron 3, 52 t/ha de grano, mientras que con humus de lombriz rindieron en promedio 2,72 t/ha y sin aplicación de fertilizantes es decir el testigo, rindió en promedio 1,99 t/ha.

Flores, *et al*, (2010) En su trabajo de investigación sobre la *Tecnología productiva de la Quinua*, obtuvo un programa modular para el manejo técnico de la quinua, donde planteó que todo manejo agronómico es referido desde la preparación del suelo, siembra, abonamiento, manejo del cultivo, control fitosanitario, y finalmente el manejo

de postcosecha de la quinua.

Vega, (2014) En su trabajo de tesis: *Comparativo de rendimiento de tres variedades en cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow), en el sector de Cahcapuco, distrito de Corongo, Region Chavin*. Concluyó que las variedad “Rosada de Junin” presentó mayor rendimiento con 2 646 kg/ha. seguida de la “Pasankalla”, con 1745 kg/ha y “blanca de Juli”, con 1 087.5 kg/ha.

Saavedra, Perez y Fernandez (2014) Investigando la *Determinación del rendimiento de seis variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en el sector de San Luis, Nuevo Chimbote*. Concluyó que todas las variedades en estudio se adaptan a las condiciones de costa específicamente a las condiciones de la zona de San Luis, Nuevo Chimbote Ancash; la mayor altura de planta se alcanzó con la variedad “Altiplano”, la misma que alcanzó el mayor rendimiento; No existió relación entre el tamaño de la panoja con el rendimiento probablemente, obteniéndose mayor tamaño en la variedad “Hualhuas” y la “blanca de Yuli”, debido a que esta variedades el panojamiento no fue compacto (abierto) como si lo fue en la variedad “altiplano”; la variedad “Hualhuas”, fue la más tardía y fue altamente atacada por la presencia de pájaros, determinando un menor rendimiento en la cosecha.

El Centro Peruano de Promoción y Desarrollo Psicosocial (2008) En su estudio sobre *Investigación y desarrollo del cultivo de la quinua en la Costa del Perú, desde el 2008 al 2012*; confirmó que la variedad “Pasankalla”, de grano rojo se adaptó a las condiciones geográficas de la zona. Su producción fue entre 4 a 5 toneladas por hectárea. La variedad “blanca de Hualhuas”, de grano blanco fue la que tuvo mejor respuesta en producción, lo que indica que esta en un proceso de adaptación. Además

continúa evaluando dieciséis variedades de color de grano blanco, negro y amarillo, con respecto a su comportamiento en crecimiento y producción.

Mercado (2001) En su trabajo de tesis sobre *El mildiu de la quinua y su transmisión por medio de semillas*, concluyó que bajo las condiciones de humedad de saturación se detectaron la especulación del patógeno en los cotiledones a los 13 días después de la siembra.

Lopez (2008) Investigando el *Potencial productivo de quinua variedad Pandela (Chenopodium quinoa) en Huari Bolivia*. Encontró un aumento promedio de un 92% para el rendimiento por hectárea, siendo la principal limitante del cultivo las necesidades hídricas en las primeras etapas del desarrollo de las plantas.

Garrido, Silva, Muñoz y Acevedo (2013) Realizan una investigación sobre *Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd)* bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo. Concluyó que el rendimiento de quinua fue fuertemente afectado por la sequía terminal.

Delgado, Palacios y Betancourt (2009) Realizando la *Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (Chenopodium quinoa Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia)*. Concluyó que el material más sobresaliente en cuanto a rendimiento, precocidad, altura de planta y tolerancia al mildiu fue 'SL47' (T) por presentar el mayor índice de selección (0,960), además amplia adaptabilidad lo convierte en una valiosa alternativa de diversificación para la región andina. Se comprobó que los materiales 'Piartal' y 'SL47' son líneas puras debido a que las selecciones realizadas de ellos tuvieron el mismo comportamiento que sus testigos en las variables evaluadas.

Se encontró que las selecciones Tunkahuan S20, S39 y S44, sobresalieron en las diferentes formas de evaluación con respecto al material original, lo que amerita seguir realizando investigaciones para estas selecciones.

Flores *et al* (2010) Mencionó que la cantidad de semilla por hectárea en quinua se reajustan de acuerdo al tamaño de la semilla, modalidades de siembra y del tipo de agroecosistema, en densidades mayores, se emplean variedades de tamaño grande (diámetros de semilla mayores a 2 mm), así como en siembras al voleo y en agroecosistema pampa; mientras que en bajas densidades, agroecosistema waru waru (se descuenta el área que corresponde a los canales), para la modalidad de siembra en surcos y en hoyos, se usan variedades de semillas pequeñas. En cualquiera de los casos, mayores densidades significan número de plantas por área muy tupida, dando como resultado plantas pequeñas, raquílicas y con rendimientos bajos; más aún, favorece el establecimiento rápido de las malezas en el campo. Mientras el menor número de plantas tiene como resultado plantas vigorosas y ramificadas.

Mercado (2001) indicó que en el cultivo de la quinua en el Antipalno la Paz Bolivia, la densidad de semilla utilizada en la siembra dependió de la textura del suelo y el sistema de siembra que puede ser al voleo o en filas , en el segundo caso deberá existir un espaciamiento de 20 a 60 cm entre surcos y una profundidad de siembra de 5.0 cm , donde se utiliza de 10 a 15 kg/ha de semilla.

Reinoso (1979) en una publicación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas recomendó la siembra de quinua a una densidad de 10 a 18 kilos dependiendo del nivel tecnológico del agricultor.

Tapia (1979) indicó que comparando densidades de 15, 20, 25 kg /ha., de semilla de quinua el mejor fue de 20 a 30 kg/ha, el cual debe coincidir con las lluvias o una buena humedad del suelo con lo cual se obtiene buena población de plantas lo que debe seguirse con un buen raleo.

Mujica (2011) Mencionó que cultivamos sólo alrededor de 40,000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1,200 kilogramos por hectárea, pero tenemos suficiente potencial para cubrir 500,00 hectáreas, a la vez de elevar la productividad hasta 12,000 kilos por hectárea, Así mismo indica que en costa se está promocionando la siembra mecanizada de la quinua real (*Chenopodium quinoa Willd*), tal como se realiza en Bolivia en el altiplano sur y central de Oruro, pero el problema principal de los surcadores es encontrar la número de semillas a depositar por metro lineal, a la fecha no se tiene definido el número de semillas (plantas) a depositar el cual varía de 30 a 60 semillas, dependiendo de los factores abióticos o bióticos que puedan ocasionar la mortandad de las plántulas. La cantidad de semilla bajo estos sistemas varían de 5 a 10 kg/ha, la siembra es a chorro continuo sobre surcos que también varían de acuerdo al tipo de suelo siendo los distanciamientos entre 0.50 a 0.85 m, y desahijando entre plantas entre 2 a 10 cm, por ello es necesario realizar investigación en densidades de siembra que permita una población de plantas para un eficiente manejo agronómico bajo condiciones de costa central y así se determine una densidad tal que permita lograr buenos rendimientos y calidad de grano en quinua.

Mujica, (1977) sugirió un distanciamiento entre plantas de 0,08 a 0,10 m, que significa 15 a 20 plantas por metro lineal, son de mayor tendencia a mayor producción de grano.

1.8 Justificación de la Investigación

La quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es una especie vegetal domesticada cuyos granos son considerados como uno de los alimentos más completos para el ser humano. Su principal área de producción y consumo en la actualidad corresponde a los países centro-sur andinos (Argentina, Bolivia, Chile y Perú), donde además presenta distintos ecotipos que demuestran la gran adaptabilidad de esta planta a condiciones climáticas y edafológicas diversas (Mujica y Jacobsen, 2006).

La FAO, para el año 2004 registró 52,000 Tm. como producción mundial de quinua, distribuidos en tres países andinos, dentro de ellos el Perú con 27,000 tm.

El Perú, pese a tener menos área cultivada que Bolivia, es el primer productor de quinua en el mundo y en el periodo 2000-2004 su producción ha fluctuado entre 22 mil y 30 mil Tm. Nuestro país posee una diversidad de suelos y climas lo que le provee de un gran potencial agrícola, con muchas ventajas comparativas para el cultivo de productos diversos especialmente este grano andino.

La quinua posee un alto valor alimenticio y nutritivo, fuente natural de aminoácidos esenciales y minerales, además de alta digestibilidad y su bajo contenido de colesterol. Su adaptación a diferentes ecosistemas y su fácil conservación, garantiza la seguridad alimentaria de la población, constituyendo además una fuente de trabajo del poblador rural.

En costa se está promocionando la siembra mecanizada de la quinua real (*Chenopodium quinoa Willd*) tal como se realiza en Bolivia en el altiplano sur y central de Oruro, pero el problema principal de los surcadores es encontrar la humedad contenido bajo la superficie, para depositar la semilla y así garantizar su emergencia.

En siembra manual es difícil determinar el número de semillas a depositar por metro lineal pero a la fecha no se tiene definido el número de semillas (plantas) a depositar el cual varía de 30 a 60 semillas dependiendo de los factores abióticos o bióticos que puedan ocasionar la mortandad de las plántulas. La densidad de siembra bajo estos sistemas varían de 5 a 6,5 kg/ha, siendo lo más conveniente por lo tanto realizar la siembra a chorro continuo sobre surcos distanciados entre 0,50 a 0,85 m, distanciados entre 2 a 10 cm, dando poblaciones de planta de 235,000 a 468,000 plantas/ha.

Es por ello que se plantea el siguiente trabajo de investigación para determinar las densidades de siembra apropiadas, bajo condiciones de costa central que permita lograr un eficiente manejo agronómico, buen rendimiento y calidad de grano.

1.9 Problema

¿Cuál será el rendimiento óptimo de quinua variedad Salcedo INIA (*Chenopodium quinoa Willd*) con cinco densidades de siembra bajo condiciones del valle de Huaral – Lima-2015.

1.10 Marco Referencial

1.10.1 Origen

Según MINAG (2013) la quinua (*Chenopodium quinoa. Wild*) en la actualidad tiene distribución mundial: en América, desde Norteamérica y Canadá, hasta Chile; en Europa, Asia y el África, obteniendo resultados aceptables en cuanto a producción y adaptación. Donde el Perú es uno de los principales países productores de quinua en el mundo, junto con Bolivia y Ecuador. Se ha generalizado su cultivo en las diferentes zonas agroclimáticas, del Perú pudiendo distinguirse 100 cultivares de quinua de acuerdo a su forma de cultivo, ubicación geográfica y destino de producción: altiplano,

valles interandinos abrigados, zonas altas y frías por encima de los 4000 msnm, zonas salinas, costa y en la ceja de selva, estas últimas áreas no tradicionales para este cultivo. En el Perú existen 3 mil ecotipos de las cuales el INIA conserva el material genético de alrededor 2 mil Ecotipo.

Pérez (2005) indicó que la quinua variedad “Salcedo INIA”, se obtuvo por selección surco-panoja a partir de la introducción de material genético de la cruce de las variedades “Real Boliviana”x “Sajama” el cual fue realizada en Patacamaya. Material genético introducido a través del Programa Nacional de Cultivos Andinos en el año de 1989.

1.10.2 Taxonomía de la quinua

Pérez (2005) sostiene que este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow.

Reino	: Vegetal
División	: Phanerogamas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Amarantáceae
Género	: Chenopodium
Sección	: Chenopodia
Subsección	: Cellulata
Especie	: Chenopodium quinoa Willdnow.
Nombre común	: Quinua

La quinua o quinoa pertenece a la familia Chenopodiaceae, es una planta dicotiledónea, herbácea y anual, sus características morfológicas, de coloración y comportamiento difieren según la variedad y las diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva. Tiene una raíz fibrosa pivotante, su tallo es cilíndrico o anguloso, sus coloraciones son

variables, desde el verde al rojo, las hojas son alternas y poliformas en la misma planta y contiene células ricas en oxalatos que las protegen contra las heladas y que favorecen la absorción y la retención de humedad atmosférica (Mujica *et al*, 2001).

La quinua tiene una inflorescencia racimosa, conocida como panoja, la compactación y longitud de esta estructura está relacionada directamente con los rendimientos del cultivo: las inflorescencias densas y de mayor tamaño (70 cm), pueden llegar a un rendimiento de 220 g por planta (Mujica *et al*. 2001).

Las flores tienen un tamaño máximo de 3 mm, son incompletas, es decir carecen de pétalos y pueden ser hermafroditas o pistiladas; el fruto es un aquenio, con un perigonio que se desprende fácilmente, convirtiéndose en semilla. Tiene forma cilíndrica, de diferentes colores, formado por episperma o capa externa donde se ubica la saponina que le da sabor amargo al grano, el embrión que constituye el 30% del volumen total de la semilla y el perisperma que es el principal tejido de almacenamiento y representa el 60% de la superficie de la semilla (Corredor 2003, Tapias y Fries, 2007).

Dependiendo del origen y uso previsto, las variedades y ecotipos de quinua que se cultivan actualmente pueden ser divididos en quinuas comerciales (seleccionadas en estaciones experimentales) y quinuas nativas, que pueden ser quinuas blancas de grano pequeño; quinuas dulces, con bajo contenido de saponina y quinuas amargas (Tapias y Fries, 2007).

Aquenio: Fruto de una sola semilla procedente de un ovario monocarpelar en el que pericarpo no se encuentra soldado a la semilla.

Características del grano de quinua

Romero (1976) citado por Nieto y Soria en 1990, describe al fruto de la quinua como un aquenino, constituido por el perigoneo que contiene una semilla la que se desprende con facilidad al frotar el fruto cuando está seco.

El pericarpio del fruto como parte de la semilla, presenta alveolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente. Pegada al pericarpio se encuentra la saponina que le transfiere el sabor amargo, luego hacia el interior se encuentra el episperma en forma de una membrana delgada, esta membrana está formada por cotiledones y la radícula que envuelve al perisperma en forma de anillo. El periaperma es almidonoso y de color blanco (Nieto y Soria, 1990). El término saponina se considera aplicable a dos grupos de glucósidos vegetales. La fórmula química no está bien definida, su composición corresponde a la fórmula general $C_nH_{2n-8}O_{10}$. Tiene como propiedad la de formar abundante espuma en solución acuosa, y son también solubles en alcohol y otros solventes orgánicos (Nieto y Soria, 1990).

1.10.3 Características botánicas

Fenología del cultivo

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta.

Según Mujica y Canahua (1989), en quinua se han determinado **12 fases fenológicas** que a continuación se indican:

a).- Emergencia.

Es cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, siendo susceptibles al ataque de aves en sus inicios, pues como es dicotiledónea, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por el episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones. (Mujica y Canahua, 1989).

b).- Dos hojas verdaderas

Es cuando fuera de las hojas cotiledonales, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentran en botón el

siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces. En esta fase se produce generalmente el ataque de insectos cortadores de plantas tiernas tales como *Copitarsia turbata*. (Mujica y Canahua, 1989).

c).- Cuatro hojas verdaderas

Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía; sin embargo es muy susceptible al ataque de másticadores de hojas como *Epitrix subcrinita* y *Diabrotica* de color. (Mujica y Canahua, 1989).

d).- Seis hojas verdaderas

En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas y al anochecer, stress por déficit hídrico o salino. . (Mujica y Canahua, 1989).

e).- Ramificación

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra, en esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas y heladas no es el ápice sino por debajo de éste, y en caso de bajas temperaturas que afectan a las plantas, se produce el "Colgado" del ápice. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria para las quinuas de valle. (Mujica y Canahua, 1989).

f).- Inicio de panojamiento

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento (Mujica y Canahua, 1989).

g).- Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales (Mujica y Canahua, 1989).

h).- Inicio de floración

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón (Mujica y Canahua, 1989).

i).- Floración o antesis

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas (Mujica y Canahua, 1989).

j).- Grano lechoso

El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente (Mujica y Canahua, 1989).

k).- Grano pastoso

El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de (*Eurisacca quinoae*) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano. (Mujica y Canahua, 1989).

l).- Madurez fisiológica

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, Ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento (Mujica y Canahua, 1989).

1.10.4 Requerimientos edafoclimaticos de la quinua

Los requerimientos importantes del cultivo para una adecuada producción son suelo, pH del suelo, clima, agua, precipitación, temperatura, radiación y altura (Pérez, 2005).

Suelo

Según Pérez (2005), indicó que la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio, también indica que puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista

la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados fenológicos.

pH

Jacobsen *et al* (1998) y Quispe & Jacobsen (1999), indicaron que la quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4.5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. Así mismo menciona que en estudios efectuados indican que el pH del suelo debe ser de alrededor de la neutralidad, ideales para la quinua; sin embargo es conveniente recalcar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta. Finalmente demostraron que la quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 mS/cm, y que cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta en 25 días.

Clima

Pérez (2005) manifestó que la quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas.

Agua

Cárdenas, (1999) indicó que la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo, a la quinua se le encuentra creciendo y dando producciones aceptables con precipitaciones mínimas de 200-250 mm anuales, como es el caso del altiplano sur boliviano, zonas denominadas Salinas de Garci Mendoza, Uyuni, Coipasa y áreas aledañas a Llica, lógicamente con tecnologías que permiten almacenar agua y utilizarlas en forma eficiente y apropiada así como con genotipos específicos y adecuados a dichas condiciones de déficit de humedad, sin embargo de acuerdo a los últimas investigaciones efectuadas se ha determinado que la humedad del suelo equivalente a capacidad de campo, constituye exceso de agua para el normal crecimiento y producción de la quinua, siendo suficiente solo $\frac{3}{4}$ de capacidad de campo ideal para su producción, por ello los campesinos tienen la perspectiva de indicar y pronosticar que en los años secos se obtiene buena producción de quinua y no así en los lluviosos, lo cual coincide exactamente con los resultados de estas nuevas investigaciones. En suelos desérticos y arenosos como el de la costa peruana, la capacidad de campo de los suelos están alrededor del 9 % mientras que en el altiplano peruano los suelos franco arcillosos alcanzan la capacidad de campo con el 22% de humedad.

Temperatura

Pérez (2005) indicó que las temperaturas extremas altas, se ha observado que temperaturas por encima de los 38 °C produce aborto de flores y muerte de estimas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impidiendo la formación de grano, caso observado en la zona de Canchones en Iquique, Chile y común en los invernaderos de la sierra que no cuentan con mecanismos de aireación.

Radiación

Frere *et al.*, (1975.) Vacher *et al.* (1998), indicó la importancia de La radiación sobre el cultivo de la quinua y la distribución de los cultivos sobre la superficie terrestre y además influye en las posibilidades agrícolas de cada región. La quinua soporta

radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo. En la zona de mayor producción de quinua del Perú (Puno), el promedio anual de la radiación global (RG) que recibe la superficie del suelo, asciende a 462 cal/cm²/día, y en la costa (Arequipa), alcanza a 510 cal/cm²/día; mientras que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a 489 cal/cm²/día y en La Paz es de 433 cal/cm²/día, sin embargo el promedio de radiación neta (RN) recibida por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Puno, Perú a 176 y en Arequipa, Perú a 175, mientras que en Oruro, Bolivia a 154 y en La Paz, Bolivia a 164, solamente, debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo determinaron que las condiciones radiativas en el Altiplano de Perú y Bolivia, aparecen muy favorables para la agricultura. Mencionan que una RG elevada favorece una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante, y además una RN baja induce pocas necesidades en agua para los cultivos.

Fotoperiodo

Frere *et al*, (1975) indicó que la quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperíodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sud América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada, como lo que ocurre en las áreas nórdicas de Europa. En la latitud sur a 15°, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12.19, con un acumulado de 146.3 horas al año.

Altitud

Pérez (2005) indicó que la quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4,000 metros sobre el nivel del mar. Quinuas sembradas al nivel del mar

disminuyen su período vegetativo, comparados a la zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 6,000 Kg/ha, con riego y buena fertilización.

1.10.5 El Ciclo vegetativo

Según Mujica, (1997) es el siguiente:

Germinación: La facultad germinativa de la quinua se mantiene durante un periodo de 4 años, aunque prácticamente de la utilización no debe pasar los dos años, ya que, a medida que pasa el tiempo, disminuye la capacidad de germinación.

Ramificación: Como planta, sus tallos de color verde y fuertes, son ramificados, llegando hasta alturas de metro y medio.

Floración: El tiempo de la aparición de la primera flor está en un promedio es de 45 a 65 días después de la siembra.

Maduración: La maduración se hace presente a los 70 a 90 días en promedio después de la siembra.

Cosecha: Desde la siembra hasta la cosecha son de 100 a 120 días en promedio de cosecha del cultivo de quinua

1.10.6 Particularidades del cultivo.

En el manejo del cultivo se indica lo siguiente:

Preparación del terreno:

Pérez (2005) indicó que la preparación de suelos para la quinua es una labor importante, que determinará el éxito futuro de la instalación del cultivo, por ello, esta debe efectuarse con el esmero necesario, en la época oportuna, con los implementos adecuados y utilizando tecnologías, formas y características propias para el cultivo, dado el tamaño reducido de la semilla y dependiendo del tipo de suelo a ser utilizado. Antes de iniciar la preparación de suelos es necesario ubicar y seleccionar, aquel que tenga una pendiente adecuada, de buena fertilidad con textura franco arenosa, que esté bien nivelada y que no se encuentre en una zona inundable, heladiza, ni demasiada

salina, la cual se reconoce por su morfología, textura, orientación y presencia de plantas indicadoras. Si la siembra se efectuara en un suelo nuevo o virgen se debe roturar con un arado de vertedera o de discos de tal manera que la parte externa quede enterrada en el suelo, esta labor debe efectuarse al finalizar las lluvias, esto implica en la zona andina en el mes de marzo o inicios de abril, luego proceder a mullir el suelo con una rastra cruzada de discos o picos ya sea rígidos o flexibles de acuerdo a la textura del suelo; esto permitirá que se produzca una rápida descomposición del material orgánico. Una vez se esté próximo a la fecha de siembra se procederá nuevamente a desmenuzar el terreno de tal manera que este quede en condiciones óptimas para recibir a la semilla, para ello se debe pasar una rastra cruzada, seguida del paso, del rodillo desmenuzador y finalmente una niveladora o tablón de tal manera que el suelo quede bien nivelado y los terrones desmenuzados. El mismo día de la siembra debe efectuarse el surcado del terreno, con una surcadora y con el distanciamiento adecuado a la variedad utilizada.

Rotación de cultivos

Mujica (1997) manifestó que para utilizar terrenos ya sembrados anteriormente con otros cultivos, es conveniente rotar con aquellos que no sean de la misma familia y de preferencia usar suelos en los que se haya sembrado papa u otro tubérculo para aprovechar lo desmenuzado del terreno y los nutrientes residuales; esto también permitirá la menor incidencia de plagas y enfermedades del nuevo cultivo.

La rotación que se sugiere en el altiplano es papa-quinua-habas (tarwi)-cebada (avena)- forrajes (pastos cultivados), en otras condiciones donde solo es posible sembrar quinua, evitar en lo posible el monocultivo de quinua, pues permite que el suelo se esquilme y la incidencia de plagas y enfermedades se incremente. En condiciones de costa utilizar la rotación: papa-quinua-maíz (trigo)-hortalizas-alfalfa.

Desinfección de semillas: Mujica (1997) indicó realizar una aplicación de un fungicida como Benomyl.

Siembra: Pérez (2005) sostuvo que la siembra se debe realizar cuando las condiciones ambientales sean las más favorables. Esto está determinado por una temperatura adecuada de 15-20 °C, humedad del suelo por lo menos en 3/4 de capacidad de campo, que facilitará la germinación de las semillas. La época más oportuna de siembra dependerá de las condiciones ambientales del lugar de siembra, generalmente en la zona andina, en el altiplano y en la costa, la fecha óptima es del 15 de septiembre al 15 de noviembre, lógicamente se puede adelantar o retrasar un poco de acuerdo a la disponibilidad de agua y a la precocidad o duración del período vegetativo de los genotipos a sembrarse, en zonas más frías se acostumbra adelantar la fecha de siembra sobre todo si se usan genotipos tardíos. Experimentos efectuados en costa indican que se puede sembrar durante todo el año, sin embargo en el invierno se retrasa el crecimiento y también se deprime la producción.

Abonamiento y fertilización.

Mujica (1997) indicó que la quinua es una planta exigente en nutrientes, principalmente de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, por ello requiere un buen abonamiento y fertilización adecuada, los niveles a utilizar dependerá de la riqueza y contenido de nutrientes de los suelos donde se instalará la quinua, de la rotación utilizada y también del nivel de producción que se desea obtener. En la costa donde la cantidad de materia orgánica es extremadamente escasa y los suelos son arenosos, la cantidad de nutrientes también son escasos, salvo algunas excepciones. Sin embargo, en general se recomienda una fórmula de fertilización de 240-200-80, equivalente a: 523 kg/ha de urea del 46%, 435 kg/ha de superfosfato triple de calcio del 46% y 134 kg/ha de cloruro de potasio del 60%, y aplicación de estiércol, compost, humus o materia orgánica en las cantidades disponibles en la finca.

Deshierbos y aporques.

Pérez (2005) indicó que la quinua como cualquier otra planta es sensible a la competencia por malezas, sobre todo en los primeros estadios, por ello se recomienda efectuar deshierbas tempranas para evitar, competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, así como presencia de plagas y enfermedades por actuar como agentes hospederos, lo cual repercutirá en el futuro potencial productivo y calidad de la semilla de quinua. El número de deshierbos depende de la incidencia y tipo de malezas presentes en el cultivo. En general se recomienda efectuar dos deshierbas durante el ciclo vegetativo de la quinua, uno cuando las plántulas tengan un tamaño de 15 cm o cuando hayan transcurrido 30 días después de la emergencia, y el segundo antes de la floración o cuando hayan transcurrido 90 días después de la siembra. Esta operación puede efectuarse en forma manual o mecanizada, en casos de siembras extensivas definitivamente los controles mecanizados son los más recomendados por la menor cantidad de uso de mano de obra. Para ello se emplea cultivadoras de dos o tres rejas, lo cual también permitirá hacer un pequeño aporque que facilitará el sostenimiento de la planta y al mismo tiempo el tapado del fertilizante complementario colocado al pie de la planta.

Riegos

La quinua en la zona andina es cultivada solamente con las precipitaciones pluviales y en forma excepcional se utiliza riego el cual constituye un elemento complementario con la finalidad de suministrar humedad en épocas de sequía prolongada o para adelantar las siembras, y solo en los lugares donde se dispone de fuentes de agua. Estos son generalmente ligeros y bajo el sistema rodado o por gravedad, en los valles interandinos donde se efectúa el trasplante, es necesario y forzoso utilizar el riego después del trasplante y cuando lo requiera la planta, ya que en este sistema va asociado al maíz y recibe el agua en la misma oportunidad que el cultivo principal. En costa se utiliza riegos presurizados por aspersión y por goteo dando muy buenos resultados. En el caso de riegos por aspersión es necesario una frecuencia de 2 horas cada seis días, recomendándose efectuar en las mañanas muy temprano o cerca al atardecer para evitar pérdidas por evapotranspiración y traslado de las partículas de agua a otros lugares fuera del cultivo por efectos de los fuertes vientos . En caso de

riego por goteo se debe efectuar siembras a dos hileras para aprovechar mejor las cintas conductoras de agua y del número de goteros a utilizarse. (Cárdenas, 1999).

Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades debe efectuarse en forma oportuna y cuando el nivel de daño sea el adecuado en caso de los insectos y en forma preventiva para las enfermedades. Tanto en sierra como en costa la principal plaga entomológica es el q'hona-qhona y los pulgones en costa, entre la enfermedad cosmopolita e importante tenemos al mildiu tanto en sierra, costa y valles interandinos cálidos. Para el control de las plagas se debe tener presente el estadio de su ciclo biológico, en el caso de *Eurisyca*, efectuar los controles de preferencia en los primeros estadios que las larvas son más pequeñas y más débiles y en la primera generación puesto que esta plaga desarrolla dos generaciones dentro del ciclo reproductivo de la quinua, también es conveniente indicar que la forma de aplicación de los pesticidas debe ser apropiado para esta plaga, puesto que generalmente al escuchar ruido de las personas y de las máquinas éstas inmediatamente se desprenden a través de un hilo hacia el suelo. Por ello la aplicación también debe efectuarse al pie de la planta (Mujica, 1997).

En el caso del *mildiu*, se presenta en todas las condiciones climáticas desde secas hasta húmedas y desde temperaturas frías hasta zonas calientes, por ello se recomienda utilizar semilla sana y procedente de semilleros oficializados. El control químico de esta enfermedad resulta costoso y debe efectuarse en forma preventiva, cuando el ataque ocurre en los primeros estadios de la planta. Su repercusión es grande, pudiendo anular la producción por completo, así mismo es conveniente usar controles culturales para aliviar más daños tales como evitar el encharcamiento de agua, evitar la presencia de chupadores picadores (pulgones, thrips) que transmiten esta enfermedad, evitar presencia de plantas huachas, sobrantes del año pasado, y siempre efectuar rotación de cultivos (Pérez, 2005).

Cosecha, trilla, selección, envasado y almacenamiento

La cosecha es una labor de mucha importancia en el proceso productivo, de ella depende el éxito para la obtención de la calidad comercial del grano, esta labor tiene cinco etapas, cuando se efectúa en forma manual o utilizando trilladoras estacionarias: Siega o Corte, Emparvado o formación de arcos, Trilla, Aventado y limpieza del grano, Secado, Selección, Envasado y Almacenamiento, cuando se efectúa en forma mecanizada utilizando cosechadoras autopropulsadas, se reduce a trilla, secado, selección, envasado y almacenamiento (Mujica, 1997).

Rendimiento

El potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t/ha (Mujica, 1983) sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6 t/ha, en promedio y con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5 t /ha. En condiciones actuales del altiplano peruano-boliviano con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa de 0.85 t/ha, mientras que en los valles interandinos es de 1.5 t/ha. Podemos indicar que los rendimientos en general varían de acuerdo a las variedades, puesto que existen unas con mayor capacidad genética de producción que otras. Varían también de acuerdo a la fertilización o abonamiento proporcionado, debido a que la quinua responde favorablemente a una mayor fertilización sobre todo nitrogenada y fosfórica. También dependerá de las labores culturales y controles fitosanitarios oportunos proporcionados durante su ciclo. En general las variedades nativas son de rendimiento moderado, resistentes a los factores abióticos adversos, pero específicas para un determinado uso y de mayor calidad nutritiva o culinaria (Mujica, 1997).

1.10.7 Producción de la quinua

La quinua tiene múltiples usos y se puede emplear casi todas sus partes, para la alimentación humana (como hortaliza de hoja e inflorescencia) y animal, ornamental, medicinal, en control de plagas y parásitos, en la industria, en ritos ceremoniales y creencias populares. Sin embargo, su uso principal sigue siendo la alimentación humana

(Mujica *et al*, 2001).

La mayor producción de quinua está concentrada en Bolivia, Perú y Ecuador. El mayor productor es Bolivia con un 45.6%, seguido de Perú con un 42.3% y Ecuador con 2.5% (Corredor 2003). En cuanto a las áreas de producción al año 2000, Bolivia contaba con 25000 ha sembradas, Perú, 30000 ha y Ecuador 938 ha (Jacobsen y Sherwood, 2002).

Actualmente, el mercado internacional de quinua es creciente, varios países como Brasil, Argentina, Chile y Estados Unidos han mostrado interés en su cultivo. Igualmente en otras regiones del mundo como Inglaterra, Dinamarca, Holanda, España y otros países europeos, han demostrado gran interés por su producción y comercialización (Corredor 2003). La última tendencia en el mercado de la quinua es la producción orgánica. Países como Estados Unidos ha incrementado la demanda por este producto en una alta calidad y volumen (Jacobsen y Sherwood, 2002).

1.11 Hipótesis

Al menos una densidad de siembra en quinua variedad Salcedo INIA (*Chenopodium quinoa* Willd), permitirá mayor rendimiento bajo condiciones del valle Huaral-Lima-2015.

1.12 Objetivos

1.12.1 Objetivo general.

Determinar el rendimiento de quinua variedad “Salcedo INIA” (*Chenopodium quinoa* Willd), con cinco densidades de siembra bajo condiciones del valle de Huaral.

1.12.2 Objetivo específico.

Evaluar el desarrollo y crecimiento vegetativo de quinua variedad “Salcedo INIA” (*Chenopodium quinoa* Willd), con cinco densidades de siembra.

Determinar el rendimiento de quinua variedad “Salcedo INIA” (*Chenopodium quinoa* Willd), con cinco densidades de siembra.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2 Materiales

En el presente trabajo de investigación se requirió de los siguientes materiales e insumos:

Semillas de quinua “Salcedo INIA”

Wincha marca Uyustool de 5 m. para medir las dimensiones del campo experimental
20 m de soguilla

Yeso agrícola para marcar el campo

56 x 1,20 m de carrizo para identificar los tratamientos

Balanza electrónica marca Clever, 30 Kg de capacidad, serie: 121796

Vernier electrónico marca Stainless Hardened de 15 cm de acero inoxidable.

Lampas marca Shubert

Cámara digital marca Canon

Mochila manual de fumigar marca *Jacto*, modelo PJH de 20 l.

Mochila dorsal a motor, marca *Solo* modelo 423

Cartilla de evaluación

Fertilizantes: Sulfato de Amonio, Fosfato di Amónico, Sulfato de potasio.

Mesa de madera

Jabas de plástico

Cuchillos y machetes

Manta para cosecha

Cilindro de plástico de 200 l

Pesticidas, insecticidas, fungicidas, herbicidas y abonos foliares

2.3 Método

2.3.1 Descripción del área experimental.

Esta es una investigación aplicada y experimental; donde se determinará la densidad más apropiada que proporcione el mayor rendimiento del cultivo de quinua “Salcedo INIA”.

El análisis estadístico utilizado en este trabajo investigativo fue el Diseño de Bloque Completo al Azar con cinco densidades de siembra $D_1= 20$, $D_2= 25$, $D_3= 30$, $D_4=35$, $D_5=40$ y el testigo absoluto $D_6=45$ plantas por/metro lineal respectivamente y cuatro repeticiones. Considerando un área total de $230,4 \text{ m}^2$, unidad experimental constituida por un área de $9,6 \text{ m}^2$. En cada parcela se establecieron 3 surcos; cada surco de $4,00 \text{ m}$ de largo por $0,80 \text{ m}$ de ancho.

2.3.2 Acondicionamiento y preparación del área experimental

A continuación detallaremos las actividades realizadas durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

a) Ubicación del terreno:

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria DONOSO, Huaral del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), situado a $5,6 \text{ km}$ de la ciudad de Chancay; ubicado en el distrito de Huaral, departamento de Lima. El área en estudio es una zona ecológica (Costa subtropical) y campo ecológico (Desierto), Altitud: 180 m.s.n.m , latitud: $11^\circ 28'00''$ Sur, longitud: $77^\circ 14'00''$ Oeste; posee una temperatura promedio de 19°C , precipitación $1,2 \text{ mm}$, evaporación $2,8 \text{ mm}$, H.R 86% , con suelos de textura franco arcillosa, el área de investigación es un terreno plano, el cultivo tuvo un ciclo vegetativo de $4,0$ meses. El agua utilizada para el riego proviene del río Chancay Huaral.

En la figura 01, podemos observar la ubicación del terreno y la distribución de las parcelas experimentales.



Figura 01: *Area experimental*

b) Preparación del terreno:

Una vez que se limpió la parcela de los restos de la cosecha anterior, se procedió a efectuar el riego de machaco y se roturó el suelo con la ayuda del tractor, con la finalidad de tener un suelo más aireado; al término del cual, se procedió a pasar la rastra o grada, para desintegrar la tierra compactada y obtener un suelo uniforme. Finalmente, se surcó teniendo en cuenta los parámetros establecidos para la parcela experimental (se estableció un distanciamiento entre surcos de 0,8 m). La figura 02, siguiente muestra la formación de los surcos.



Figura 02: *Preparación del terreno*

c) Densidad de siembra

Se consideró la densidad de siembra como una de las variables en estudio para este trabajo de investigación, se evaluó cinco densidades $D_1=20$, $D_2=25$, $D_3=30$, $D_4=35$, $D_5=40$ y comparadas con el testigo absoluto $D_6=45$ plantas/metro lineal

respectivamente. La semilla utilizada fue de la categoría certificada de la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral, INIA.

d) Siembra

Esta labor se realizó el 29 de julio, efectuándose de forma manual y colocando la semillas a chorro continuo. Una vez germinada las semillas, se realizó el raleo o desahijé dejando las plantas de acuerdo a las densidades consideradas. Debemos tener en cuenta en este proceso que siete días antes de la siembra se efectuó un riego inicial.

e) Fertilización

Para este trabajo de investigación los datos de fertilización, fue efectuado de la siguiente manera: la primera, se realizó el 24 de agosto y la segunda el 11 de setiembre. Para tal efecto se determinó la dosis de requerimiento de nutrientes del cultivo (que se detalla en la tabla siguiente), tomando en consideración los datos proporcionados al inicio de este proyecto, por el análisis de suelo; además de eso se tomó en cuenta los requerimientos propios de la quinua.

La dosis recomendada en la región costa fue de 190.5–149.5–259 unidades de N, P₂O₅ y K₂O, siendo para esta investigación, las fuentes de los nutrientes: Yaramila complex, fosfato diamónico, sulfato de potasio, nitrabor, nitrato de amonio y sulfomag.

El modo de aplicación lo podemos observar en la figura 03 adjunta.



Figura 03: *Fertilización*

En la tabla 01, siguiente se detalla las proporciones de nutrientes que se han considerado en este trabajo de investigación.

Tabla 01: *Dosis de fertilización en cultivo de quinua*

Kg/ha	Fertilizante	N	P	K	S	Mg	Ca	Fracc 1	Fracc 2
900	Yara-complex	108	99	162	72	24.3	-	½	½
100	Fosfato di amonico	18	46	-	-	-	-	T	
150	Sulfato de potasio	-	-	75	27	-	-	½	½
100	nitabor	15	-	-	-	-	26	½	½
150	Nitrato de amonio	49.5	4.5	-	-	-	-	½	½
100	Sulfomag			22	22	18		½	½
1500 kg/ha		190.5	149.5	259.0	121	42.3	26		

f) Aporque

La labor de aporque se efectuó removiendo la tierra hacia la base de la planta, con la finalidad de darle una mayor estabilidad a la planta durante todo el proceso de su

crecimiento vegetativo; este trabajo se realizó de forma manual haciendo uso del azadón, y se efectuó al mes y medio de la instalación del cultivo. La figura 04, ilustra esta labor.



Figura 04: *Aporque*

g) Riegos

Los riegos se realizaron semanalmente, con una duración de aproximadamente 20 minutos cada uno; teniendo en cuenta los periodos de desarrollo de la planta, el primer riego se efectuó después de la siembra. El sistema de riego empleado en este cultivo fue el de gravedad (tal como se aprecia en la figura 05).



Figura 05: Riego

h) Control de Malezas

A lo largo de todo el proceso fenológico de la quinua se tuvo que lidiar con las malezas para disminuir la competencia con los nutrientes, la luz y el agua. El primer

control se realizó con la aparición de las primeras malezas, tratando de evitar su presencia sobre todo durante los primeros 30 días, esta labor se realizó manualmente con la ayuda del azadón o picota. La figura 06 ilustra lo antes mencionado.



Figura 06: *Control de malezas*

i) Problemas fitosanitario

Durante todo el proceso fenológico del cultivo, se observó algunos problemas fitosanitarios; dentro de ellos la presencia de las siguientes plagas: prodiplosis, pulgón, comedores de hojas, mosca minadora.



Figura 07: Problemas fitosanitarios

En cuanto a las enfermedades que se presentaron en el cultivo de quinua podemos mencionar los siguiente: chupadera, mildiu y botritis. Una vez detectada e identificada la presencia de plagas y enfermedades en el campo experimental, se realizó un

adecuado control químico, con la finalidad de reducir la infestación y su efecto en el rendimiento final. Para dicha aplicación utilizamos como herramienta la mochila asperjadora (ver figura 08).



Figura 08: Aplicaciones

j) Control fitosanitario

Los productos y las dosis utilizadas para el control fitosanitario se presentan en la siguiente tabla 02:

Tabla 02: Dosis requerida para control fitosanitario en cultivo de quinua

Producto	Dosis/cil	Plagas o enfermedades
Movento	200 cc	Prodiplosis
Imidacloprid	250 cc	Prodiplosis
Alphacipermetrina	200 cc	Mosca minadora adulta
Abamectina	200 cc	Mosca minadora
Propinet	1,00 kg	Mildiu
Carbendazina	500 cc	Chupadera
Metalaxil	1,00 kg	Mildiu
Cimoxamil	1,00 kg	Mildiu

k) Cosecha

Se efectuó la cosecha cuando las panojas estuvieron entrando en secado, ésta se realizó de forma manual, siguiendo esta secuencia: La siega o corte, emparvado o formación de arcos, trilla, aventado y limpieza del grano, secado, selección, envasado y almacenamiento de granos.

1) Evaluaciones

Las variables se evaluaron en cada unidad experimental, tomando como muestra el surco central, y de este surco solo un metro lineal con la finalidad de evitar el efecto de borde.

Se han realizado las evaluaciones periódicas durante todo el proceso de la investigación con el fin de monitorear el desarrollo del cultivo e ir registrando el comportamiento del mismo en las diferentes etapas fenológicas. Dentro de los datos que se han considerado en su evaluación figuran:

Peso de 1000 granos de quinua (g): Se realizó un conteo manual de 1000 granos y se pesaron en una balanza analítica; esto se realizó con la finalidad de obtener el peso promedio por grano de quinua.

Porcentaje de emergencia: La evaluación se realizó a los 30 días de la siembra, contando el número de plántulas emergidas por cada tratamiento tal como se observa en la figura 09.



Figura 09: Evaluacion de porcentaje de emergencia del grano

Altura de planta (cm): Cada 15 días se evaluó la altura de planta, tomándose la medida, desde la base de la planta hasta la última hoja tal como se muestra en la figura 10.



Figura 10: Evaluación de altura de planta

Número de ramas: En el momento de emisión de inflorescencia se evaluó el número de ramas de cada planta.

Diámetro de tallo: Esta evaluación se realizó en la planta al momento de aparición de inflorescencia.

Tiempo de aparición de inflorescencia: Se controló el tiempo aproximado donde se da la aparición de la inflorescencia.

Altura de inflorescencia: para este dato específico, se midió la longitud de inflorescencia desde la base de aparición hasta la punta.

Peso de inflorescencia: Una vez que la inflorescencia estuvo completamente en madurez de cosecha se procedió al corte para luego ser pesada; todo esto se realizó antes de la trilla.

Rendimiento: Una vez cosechado se procedió al secado y luego al trillado para finalmente pesar todo el grano y obtener el rendimiento en cada tratamiento, de ese modo llegamos a lograr obtener los datos de comparación.

III.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Características de planta

3.1.1 Altura planta a la cosecha (m)

Según el análisis de varianza de altura de planta a la cosecha, no se encontró diferencias entre bloques y entre tratamientos (densidades de siembra), siendo el coeficiente de variación de 9,235 % y el promedio general de altura de planta de 1,132 m.

Tabla 03: Analisis de variancia de altura de planta a la cosecha

Fuente	de Grados	de Suma	de Cuadrado	Valor F
Variacion	libertad	cuadrados	de medios	F.Calc F Tab. Significancia

Bloques	3	0,029	0,009	0,89	8,70	ns
Tratamiento	5	0,067	0,013	1,23	2,90	ns
Error Exp	15	0,164	0,01			
TOTAL	23	0,26				
Coeficiente de variabilidad (%) =9,235		Promedio=1,132				

Según la prueba de comparación de Duncan al 5%, se determinó que para de altura de planta a la cosecha (m), no se encontró diferencias significativas, pero sobresalio las densidades D₁ (20 plantas por metro lineal) y D₃ (30 plantas por metro lineal), presentando altura de planta superior a 1,182 m y menor fue en el testigo absoluto D₆ (45 plantas por metro lineal) con menos de 1,045 m, de altura de planta a la cosecha, tal como se observa en la Tabla 02 y figura 01.

Tabla 04 : Prueba de Duncan de para de altura de planta a la cosecha (m)

Nº	Valor de promedio	Significacion
D ₁	1,205	A
D ₂	1,145	A
D ₃	1,182	A
D ₄	1,1	A
D ₅	1,175	A
D ₆	1,045	A

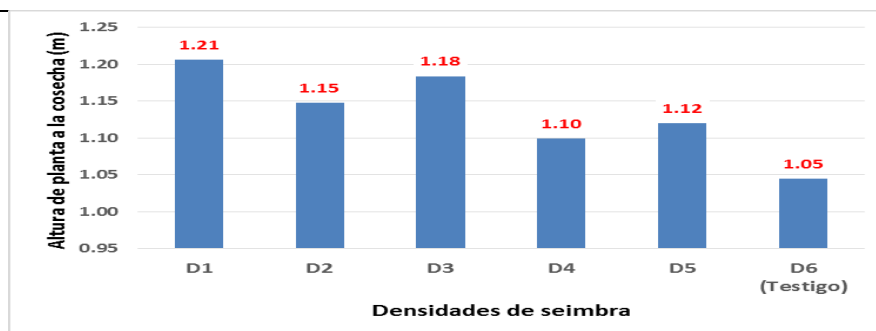


Figura 11 :Altura de planta a la cosecha (m)

3.1.2 Peso promedio de planta (g)

Según el análisis de varianza del peso promedio de planta (g), no se encontró diferencias entre bloques y entre tratamientos (densidades de siembra), siendo el coeficiente de variación de 36,57 % y el promedio general de 77,687 g.

Tabla 05: Analisis de variancia de peso de planta (g)

Fuente de Variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	Valor F	
				F.Calc	F.Tab Significancia
Bloques	3	1970,384	656,794	0,81	8,70 n.s
Tratamiento	5	6205,048	1241,009	1,54	2,90 n.s
Error Exp	15	12107,792	807,186		
TOTAL	23	20283,226			

Coeficiente de variabilidad (%) =36,570

Promedio=77,687

Según la prueba de comparación de Duncan al 5%, se determinó que para peso de planta, no se obtuvo diferencias estadísticas significativas entre densidades pero las densidades D₁ (20 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l), presentaron valores mayores de 96,25 g , pero sin diferencias significativas y menor valor se obtuvo con la densidad D₂ (25 plantas/m.l) con 64,25 g, tal como se observa en la tabla 04 y figura 02.

Tabla 06: Prueba de Duncan de peso de planta (g)

N°	Valor de promedio	Significacion
1	104,00	A
2	64,25	A
3	96,25	A
4	66,78	A
5	66,00	A
6	68,85	A

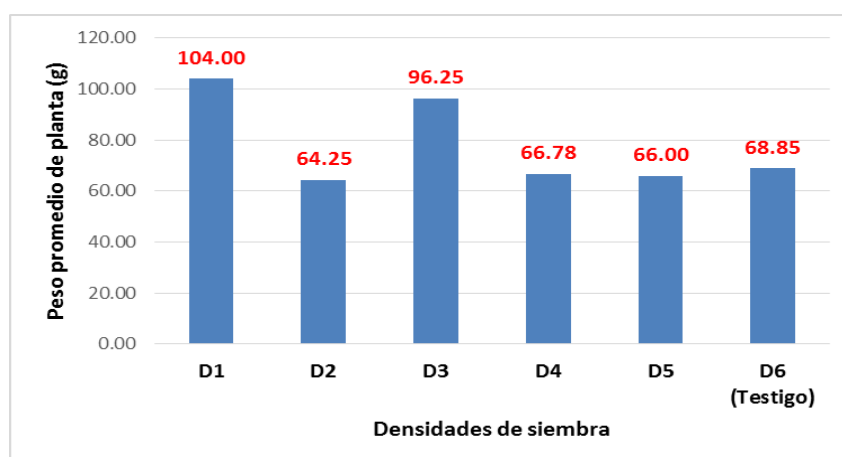


Figura 12 : Peso promedio de planta (g)

3.2 Rendimiento

3.2.1 Rendimiento promedio de semilla/ planta (g)

Según el análisis de varianza del peso promedio de semilla (g), no se encontró diferencias entre bloques y entre tratamientos (densidades de siembra), siendo el coeficiente de variación de 92,73 % y el promedio general de 14,61 gramos de peso total de semilla por planta.

Tabla 07: *Análisis de variancia de peso de semilla (g)*

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadrado de medios	F.Calc	Valor de F	Significancia
Bloques	3	89,77	29,92	0,16	8,70	ns
Tratamiento	5	339,86	67,97	0,37	4,62	ns
Error Exp	15	2754,93	183,66			
TOTAL	23	3184,58				

Coeficiente de variabilidad (%) =92,73

Promedio=14,61

Según la prueba de comparación de Duncan al 5%, para rendimiento (peso promedio de semilla/planta) no se encontró diferencias estadísticas significativas pero numericamente las densidades D₆ (45 plantas/m.l), D₄ (35 plantas/m.l) sobresalieron con mas de 1406,80 kg/ha y menor peso se obtuvo en la D1 (20 plantas/m.l), D2 (25 plantas/m.l) , D₃ (30 plantas/m.l), con 795,47 kg/ha), tal como se observa en la tabla 06 y figuras 03 y 04 siguientes.

Tabla 08 : Prueba de Duncan de peso promedio de semilla/planta (g,)

N°	Peso (g/planta)	Rendimiento (Kg/ha)	Significación
D ₁	14,458	722,88	A
D ₂	12,728	795,47	A
D ₃	8,770	664,39	A
D ₄	16,038	1406,80	A
D ₅	14,355	1435,00	A
D ₆	21,332	2424,15	A

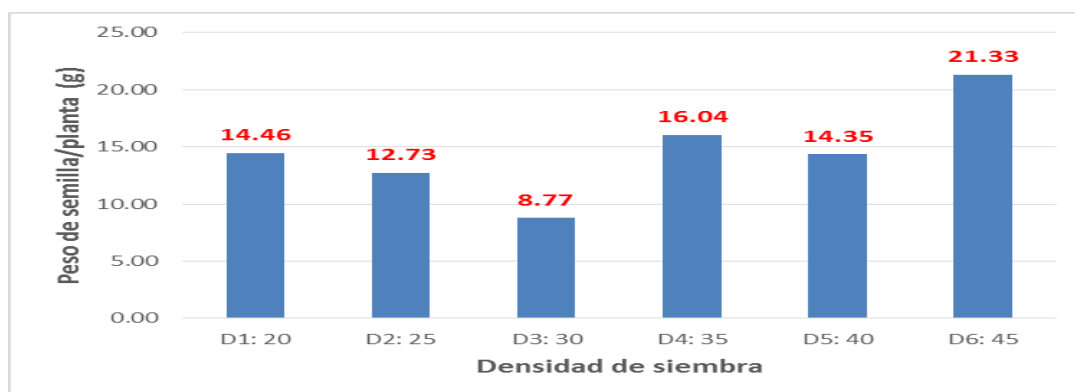


Figura 13 : Peso de semilla/planta (g)

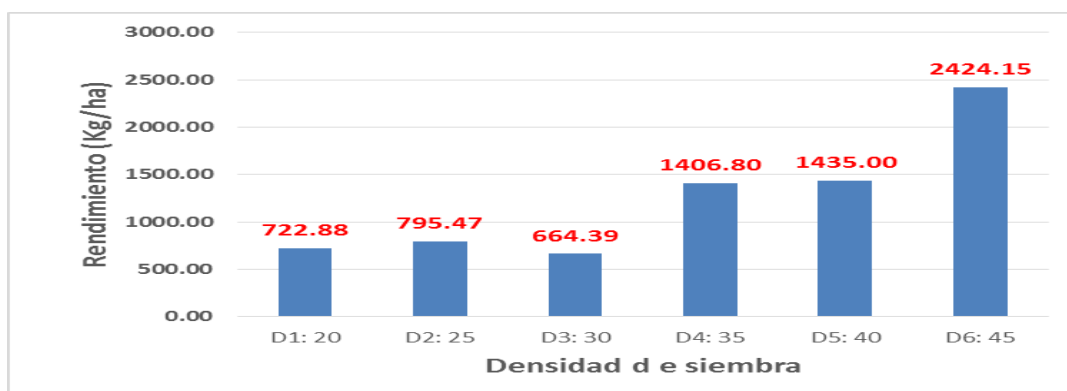


Figura 14: Rendimiento de grano (kg/ha)

3.3 Características de panoja y grano

3.3.1 Peso Total de panoja (g)

Según el análisis de varianza del peso total de panoja, para la fuente de variación de bloques se encontró diferencias y entre tratamientos (densidades), no se tuvo diferencias significativas siendo el coeficiente de variación de 44,94 % y el promedio general de 395,455 gramos.

Tabla 09: Analisis de variancia de peso total de panoja (g)

Fuente de Variacion	de Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadrado de medios	Valor F F.Calc	F Tab	Significancia
Bloques	3	445728,072	148576,024	4,70	3,20	*
Tratamiento	5	42025,306	8405,061	0,27	4,62	ns
Error Exp	15	473840,545	31589,369			
TOTAL	23	961593,924				
Coeficiente de variabilidad (%) =44,944			Promedio=395,455			

Según la prueba de comparación de Duncan al 5% se determinó que para del peso total de panoja, las densidades D₁ (20 plantas por metro lineal) y D₃ (30 plantas/metro lineal) presentaron valores mayores de 422,8 g, y menor con D₂ (25 plantas/m.l) donde se obtuvo 331,4 g. pero sin diferencias significativas con las demás densidades, tal como se observa en la tabla 08 y figura 05.

Tabla 10: Prueba de Duncan de peso total de panoja (g)

N°	Valor de promedio	Significacion
D ₁	447,4	A
D ₂	331,4	A
D ₃	422,8	A
D ₄	364,7	A
D ₅	372,6	A
D ₆	433,9	A

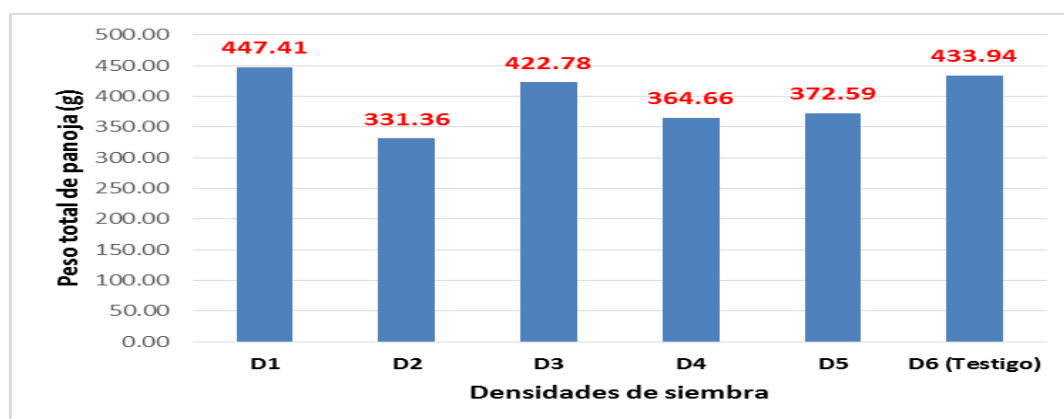


Figura 15 : Peso total de panoja (g)

3.3.2 Peso 1000 semillas (g)

Según el análisis de varianza del peso de 1000 semillas, se encontró diferencias entre bloques y entre tratamientos (densidades de siembra), siendo el coeficiente de variación de 15,857 % y el promedio general de 2,633 g.

Tabla 11: Analisis de variancia de peso de 1000 semillas (g)

Fuente de Variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	Valor de F	
				F.Calc	Significancia
Bloques	3	1,826	0,608	3,49	3,20 *
Tratamiento	5	4,715	0,943	5,41	2,90 *
Error Exp	15	2,615	0,174		
TOTAL	23	9,158			
Coeficiente de variabilidad (%) =15,857 Promedio=2,633					

Según la prueba de comparación de Duncan al 5% se determinó que el peso de 1000 semillas, las densidades D₆ (45 plantas por metro lineal) y D₁ (20 plantas por metro lineal) y D₄: (35 plantas por metro lineal) presentaron valores mayores de 2,8475 g y menor peso fue en la D₅: (40 plantas por metro lineal), con 1,78 g pero sin diferencias significativas con los demás densidades, tal como se observa en la tabla 10 y figura 06 adjunta.

Tabla 12 : Prueba de Duncan de peso de 1000 semillas (g)

N°	Valor de promedio	Significación
1	2,95	A
2	2,54	A
3	2,51	A
4	2,84	A
5	1,77	A
6	3,16	A

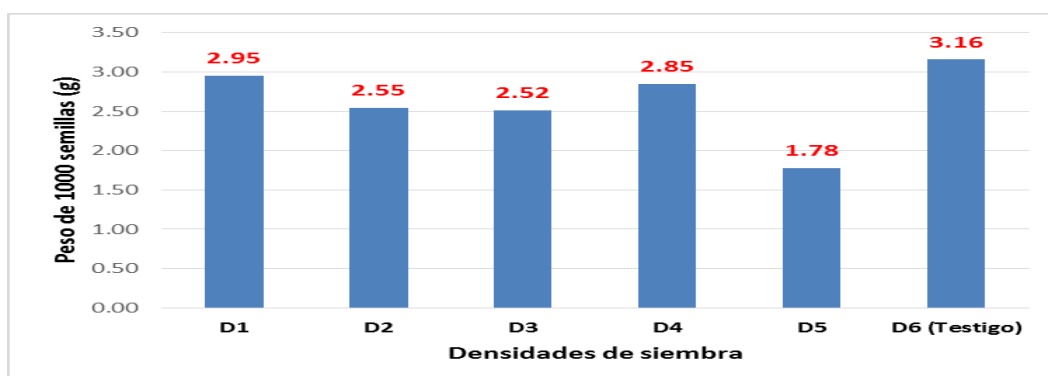


Figura 16 : Peso de 1000 semillas (g)

Tabla 13 : Resumen de características de planta en evaluación de densidades de siembra en quinua “Salcedo INIA” en condiciones de del valle de Chancay - Huaral y la significación estadística.

N° de variable	Fuente de variación	Características evaluadas	Prueba de confiabilidad		
			F. Calculado	F. Tabulado	Resultado
V1	Bloques	Peso de planta (g)	0,81	8.70 ns	Nodemuestra Significancia
	Tratamiento		1,54	2.90 ns	No demuestra Significancia
V7	Bloques	altura de planta a la cosecha	0,89	8.70 ns	No demuestra Significancia
	Tratamiento		1,23	2.90 ns	No demuestra Significancia
V8	Bloques	peso total de panoja (g)	4,70	3.20 *	Si demuestra Significancia
	Tratamiento		0,27	4.62 ns	No demuestra Significancia
V9	Bloques	Rendimiento promedio de semilla/ planta (g)	0,16	8.70 ns	No demuestra Significancia
	Tratamiento		0,37	4.62 ns	No Demuestra Significancia
V10	Bloques	Peso de 1000 semillas (g)	3,49	3.20 *	Si demuestra Significancia
	Tratamiento		5,41	2.90 *	Si demuestra Significancia

IX. ANALISIS Y DISCUSION.

Para características de planta con respecto a altura de planta a la cosecha (m), no se encontró diferencias estadísticas significativas, pero sobresalio numéricamente las densidades D₁ (20 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l), con mas de 1,182 m y menor fue en el testigo absoluto D₆ (45 planta/m.l) con 1,045 m. Lo mismo sucedió con el peso de planta, donde no se encontró diferencias estadísticas significativas entre densidades pero las densidades D₁ (20 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l) presentaron mayor peso con 96,25 g, y menor peso se obtuvo con la densidad D₂ (25 plantas/m.l) con 64,25 g. Esto probablemente es debido que a menor densidad entre plantas hay mayor desarrollo por no existir competencias por agua y nutrientes.

Con respecto a rendimiento de semilla (peso promedio de semilla/planta), no se tuvo diferencias estadísticas significativas, pero numéricamente a mayor densidad de planta D₆ (45 plantas/m.l), D₄ (35 plantas/m.l) se tuvo mas de 1406,80 kg/ha y menor rendimiento se obtuvo a menores densidades D₁ (20 plantas/m.l), D₂ (25 plantas/m.l) , D₃ (30 plantas/m.l), con menos de 795,47 kg/ha.

Para características de panoja, con respecto al peso total de panoja, a menores densidades D₁ (20 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l), presentaron mayor peso con 447,4 y 422,8 g, respectivamente el cual no se diferenció de la mayor densidad testigo D₆ (45 plantas/m.l) en el que se obtuvo 433,9 g y a menor densidad D₂ (25 plantas/m.l) donde se obtuvo 331,4 g. pero sin diferencias significativas con las demás densidades, lo cual nos indica que no hay efecto de las densidades en el peso de panoja.

Para peso de 1000 semillas, se determinó que a mayor densidad D₆ (45 plantas por metro lineal), o menor densidad D₁ (20 plantas por metro lineal) se tuvo mayor peso con 3,16 y 2,95 g respectivamente y menor peso fue a la D₅: (40 plantas por metro lineal), con 1,78 g, pero sin diferencias estadísticas significativas con los demás densidades, lo que nos indica también que las densidades en estudio no influyen en esta característica.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1.- Conclusiones

Mayor altura de planta a la cosecha y mayor peso de semilla por planta se obtuvo a menor densidad de plantas D₁ (20 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l), y menor fue a mayor densidad D₆ (45 plantas/m.l).

Para el peso de 1000 semillas (g),se determinó que en las diferentes densidades evaluadas estadísticamente no existe diferencias significativas.

El Mayor rendimiento de quinua por ha se obtuvo con las densidades; D₆ (45 plantas/m.l), D₅ (40 plantas/m.l.) y D₄ (35 plantas/m.l) y menor rendimiento se obtuvo a menor densidad D₁ (20 plantas/m.l), D₂ (25 plantas/m.l) y D₃ (30 plantas/m.l).

Con respecto al peso de las panojas se determinò que en las densidades en estudio estadísticamente no hay diferencias significativas

5.2.- Recomendaciones

De acuerdo a los resultados se recomienda bajo condiciones del valle de Chancay-Huaral, sembrar quinua a la densidad D₆: 45 plantas por ml. y D₅: (40 plantas/m.l), por obtenerse mayor rendimiento.

Se recomienda realizar trabajos de investigación a mayores densidades para determinar su influencia en el rendimiento.

Realizar el ensayo bajo otras condiciones climatológicas, por cuanto durante el desarrollo de presente trabajo de investigación se presentó condiciones anormales del clima debido a la presencia del Fenómeno de el Niño

XI. AGRADECIMIENTO

A mi asesor, el ingeniero Pedro Nicho Salas, por su aceptación, por su valorable tiempo y su gran profesionalismo.

A todos mis docentes que me apoyaron en mi formación profesional.

A mis colegas de estudios que nos apoyamos en el desarrollo de tesis.

A la estación experimental AGRARIA DONOSO de la provincia de Huaral, por permitirnos ejecutar el desarrollo de la tesis en sus centros experimentales.

A la Universidad San Pedro de Chimbote por la formación en mi carrera profesional académica.

Atte.

Pedro Abel Salazar Palacios

XII. DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y bendiciones en todo el desarrollo de mi vida.

A mi esposa, por su apoyo y comprensión en el desarrollo de mi carrera profesional.

A mis hijos pedro y Marcelo, por ser la fuerza de inspiración en mi vida.

A mis padres, hermanos y familia, por ser parte de lo que yo más quiero en este mundo.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROBANCO. (2012). Manejo agronómico del cultivo de quinua. Recuperado de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-b-quinua.pdf>

- Ayala, C. (1977). Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 97 p.
- Bonifacio, A. y Gandarillas, H.(1986). Origen de las variedades de quinua Huaranga, Chucapaca y Kamiri. En: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. 10-15 de mayo, Puno, Perú. UNA-Puno, CORDEPUNO, INIPA, PISA, CIID-Canadá. Puno, Perú. pp. 143-147.
- Cespedes, C. y Alvarez, A. (2009). Efecto del distanciamiento sobre el rendimiento de grano en tres genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en el centro Agronómico Kiara. (Informe)
- Cardenas, G. (1999). Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) por su resistencia a la sequía. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Escuela profesional y Académica de Agronomía. Arequipa, Perú. 95 p.
- Centro Peruano de Promoción y Desarrollo Psicosocial - CEPDEP. (2012). Investigación y desarrollo del cultivo de la quinua en la Costa del Perú, desde el 2008 al 2012.
- Choquecallata, J., Vacher, T. Fellmann, E. (1991). Evapotranspiración máxima del cultivo de la quinua por lisimetría y su relación con la evapotranspiración potencial en el altiplano boliviano. En: Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, 4-8 febrero, la Paz, Bolivia. IBTA, ORSRM, CIID-CANADA. La Paz, Bolivia. pp: 63-68.
- Delgado A., Palacios J. y Betancourt C. (2009) Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd.*) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11125/37760>
- Flores, J. et al (2010). Tecnología productiva de la Quinua. Obtenido de Programa modular para el manejo técnico de la quinua

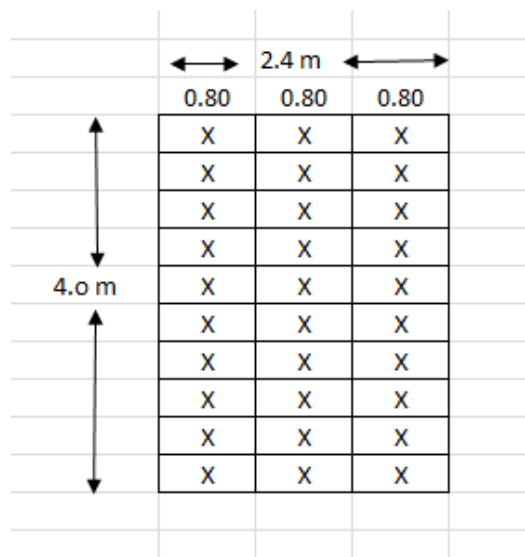
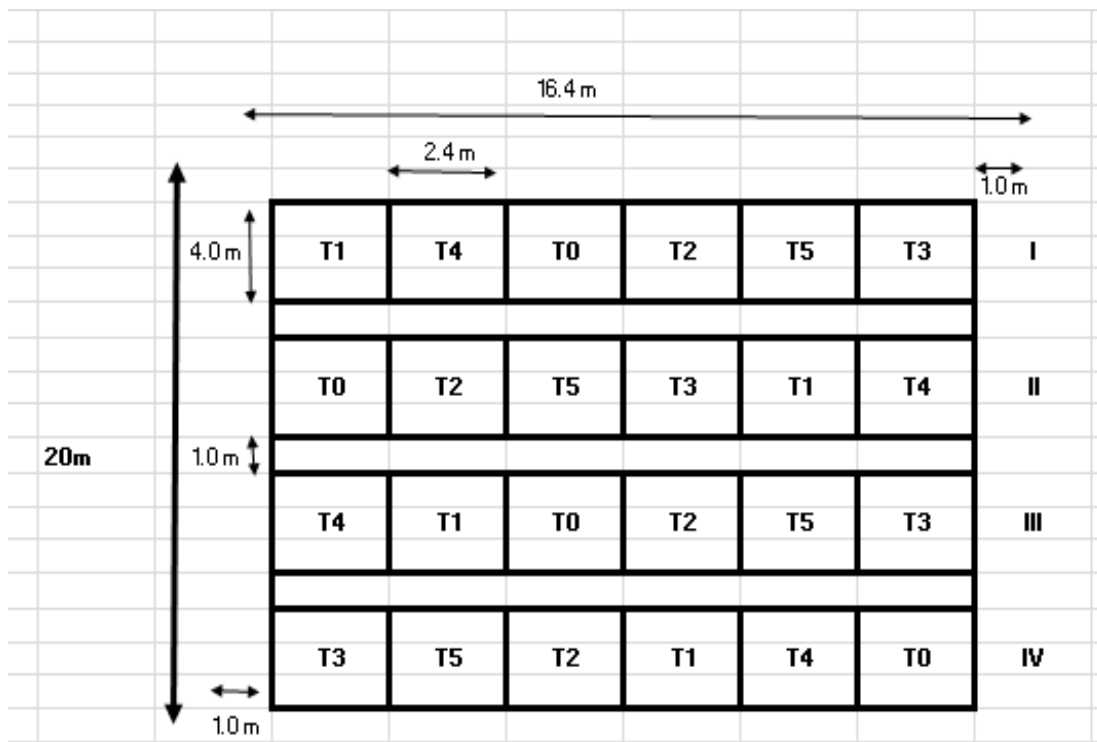
- Frere, M., Rea, J. y Rijks, J. (1975). Estudio Agroclimatológico de la Zona Andina (Informe Técnico). Proyecto Interinstitucional ,FAO/UNESCO/OMM. Roma, Italia. pp:29-51.
- Gandarillas, H. y Tapia, G. (1976). La variedad de quinua dulce Sajama. En: II Convención Internacional de Quenopodiaceas, Quinua y Cañahua. 26-29 abril, Potosí, Bolivia. UBTF, CDOP de Potosí, IICA. Potosí, Bolivia. pp. 105.
- Garrido, M., Silva, P., Muñoz, R., Acevedo, E., & Silva, H. (2013). Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*), bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo. Idesia.. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834292013000200010&script=sci_arttext. Revisado el 22/09/2014.
- Jacobsen, S; Sherwood, S. (2002). Cultivo de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Quito, ec, FAO; CIP; CRS. 89 p.
- Junta del Acuerdo de Cartagena, (1990). I Foro Internacional para el Fomento de Cultivos y Crianzas Andinos. Situación, perspectivas y bases para un programa de promoción de Cultivos y crianzas Andinos. Cusco, 12-15 de noviembre. Cusco, Perú. pp: A79- A86.
- López, A. (2008). Potencial productivo de quinua variedad Pandela (*Chenopodium quinoa Willd*) en Huari Bolivia. Huari, Bolivia. Libro. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/potencial-productivo-quinua-organica-huari-bolivia/potencial-productivo-quinua-organica-huari-bolivia.pdf>. Revisado el 22/09/2014
- Morales, D. (1976). Determinación del uso consuntivo de la quinua por el método de lisímetros en el altiplano central. En: II Convención Internacional de Quenopodiaceas. Quinua- Cañahua. 26-29 abril, Potosí, Bolivia. IICA, Universidad Boliviana Tomás Frías, Comité Departamental de OOPP de Potosí. Serie: Informes de conferencias, Cursos y Reuniones No. 96. La Paz, Bolivia. pp. 139-146.

- Mercado, V. (2001). El mildiu de la quinua y su transmisión por medio de semillas. UNALAM Lima – Perú
- Mujica, A. (1983). Selección de Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en Chapingo, México. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Chapingo, México.
- Mujica, A. (1988). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillo, México.
- Mujica, A. (1997). Cultivo de Quinua. INIA. Serie Manual RI, No. 1-97. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria. Lima, Perú. 130 p.
- Mujica, A. y Canahua, A. (1989). Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). En: Curso Taller, Fenología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. Salcedo, 7-10 agosto, INIAA, EEZA-ILLPA, PICA, PISA. Puno, Perú. pp: 23-27.
- Mujica, A; Jacobsen, S; Izquierdo, J; Marathe, J. (2001). Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro (en línea).
- Nieto, C., & Soria, M. (1990). Investigación en producción de Quinua en Ecuador. (Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/12/86860.pdf>)
- Nieto, C., Peralta, E. y Castillo, R. (1986). INIAP- Inbaya e INIAP-Cochasqui, Primeras Variedades para la Sierra Ecuatoriana. INIAP, EE. Santa Catalina. Boletín divulgativo No. 187. Quito, Ecuador. 16 p.
- Nieto, C.; Vimos, C.; Monteros, C.; Caicedo, C. y Rivera M. (1992). INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuan, Dos variedades de Quinua de Bajo Contenido de Saponina. INIAP, EE. Santa Catalina. Boletín divulgativo No. 228. Quito, Ecuador. 24 p.

- PROINPA (2016). Manejo del cultivo de quinua (Altiplano Central y Norte).
- Reinoso, J. 1978. Organización y costos de operación de la planta de selección de semilla de quinua en Puno. Boletín N° 13. Ministerio de Agricultura y Alimentación Zona XII, IICA, Fondo Simon Bolivar. Puno, Perú. pp. 5-13.
- Saavedra, C.; Perez, M; y Fernandez, M. (2014). Determinación del rendimiento de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el sector de San Luis, Nuevo Chimbote. Conocimiento para el Desarrollo. Vol. 06 N° . enero-junio 2015
- Silva, M. (1978). Evapotranspiración en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: Resúmenes de investigaciones en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la Universidad Nacional del Altiplano, 1962-1999. A. Mujica, J. Aguilar y Sven-Erik Jacobsen, 1999. Editores. Puno, Perú. 209 p
- Tapias, M; Fries, A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos (en línea). Lima, PE, FAO, ANPE. p. 74-78. Consultado 18 jul. 2014. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Ticona, E. Chambi, R. (2009). Experiencias del riego por aspersión y goteo en el rendimiento del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd), en la región lípez, potosí.
Informe. http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/producciones_regionales/01_origen_vegetal/07_quinua/_documentos/cientifica/ticona_murana_edgar_roberto_chambi_experiencias_de_riego_asper_y_goteo_agro.pdf.

ANEXOS

Anexos 01. Croquis del campo y parcela experimental



Anexos 02. Características de la parcela

Distanciamiento entre surcos : 0.80 m
 Densidad de siembra(plantas /m.l) : D1:20, D2:25 ,D3:30, D4:35, D5:40 y
 Testigo absoluto D6:45

Longitud de surco	:	4 m
N° de Plantas por metro lineal	:	40, 35, 30, 25, 20 , de acuerdo a la densidad que se evalua
N° de surcos	:	3
Ancho de parcela	:	3 surcos x 0.80=2.4 m
Área de parcela	:	4 x 2,4=9.6 m ²
Numero de parcelas por Bloque	:	6
Área de Bloque	:	57.6 m ²
Área neta del experimento	:	57,6 m x 4 bloques = 230.4 m ²
Ancho de calle entre bloques	:	1.0 m
Área total del experimento	:	16,4 x 21 = 344,4 m ²

Anexo 03:

Análisis de suelo



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y
Riego

Instituto Nacional de
Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Donoso Kiyotada
Miyagawa

LABORATORIO DE SUELOS

ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

NOMBRE : PNI HORTALIZAS/Ing. PEDRO NICHÓ FECHA : 21/09/2015
DIRECCION : HUARAL

N° LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr Suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
324	0.33	7.50	0.80	0.04	1	243	13.20	7.2	0.70	0.02	0.62	8.58

REACCION DEL SUELO (pH) : Ligeramente alcalino
SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales
MATERIA ORGANICA (M.O.): Bajo
NITROGENO (N) : Bajo
FOSFORO DISPONIBLE (P) : Bajo
POTASIO DISPONIBLE (K) : Alto
CARBONATO DE CALCIO (CaCO₃): Alto

SUGERENCIAS:

CULTIVO	QUINUA			INSTALACION
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
kg/ha	120	100	40	

OBSERVACIONES :

Proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiercol de vacuno, compost, humus de lombris o guano de isla.



Ing. Rafael Juan Calderón Espinoza
Laboratorio de Suelos (r)

Anexo 04:

Información meteorológica del área experimental

Tabla 01. Datos meteorológicos año 2014

2014	Temperatura			Humedad relativa			Evaporación	Horas de sol	Precipitación
	Maxima	Minima	Media	Maxima	Minima	Media			
Mes	ma	ma	ia	ma	ma	Media	ion	sol	on
E	26.9	19.4	23.2	96	61	79	3.6	4.7	0
F	26.3	18.8	22.6	96	60	78	3.7	6	1.2
M	26.6	18.7	22.7	96	59	78	3.4	5.3	3.6
A	23.5	16.6	20.1	97		82	3.2	6.7	0
M	22.9	19.6	20.3	96	70	86	2.1	1.9	0
J	22.5	16.9	19.7	95	70	83	1.8	1.6	1.2
J	18.2	14.8	16.5	97	83	90	1.2	0.4	3.4
A	18.7	14.3	16.5	97	74	88	1.5	1.6	1
S	19.1	14.2	16.7	97	78	88	1.7	1.8	2.3
O	20.8	15	17.9	96	73	85	2.5	3.9	0
N	22.3	15.9	19.1	96	70	83	2.4	2.8	0.6
D	24	16.9	20.5	95	65	80	3.4	4.1	0

Tabla 02: Datos meteorológicos área experimental año 2015

2015	Temperatura			Humedad relativa			Evaporación	Horas de sol	Precipitación
	Maxima	Minima	Media	Maxima	Minima	Media			
Mes	ma	ma	ia	ma	ma	Media	ion	sol	on
E	26.5	18.3	22.4	94	56	75	4.6	6.6	0
F	28.3	20.1	24.2	94	54	74	4.1	4.4	0.8
M	27.8	19.8	23.8	96	58	77	4	6.4	1.8
A	25.1	18.3	21.7	97	68	83	3.9	6.6	0.5
M	24.9	17.8	21.3	96	64	80	2.8	4.2	1
J	23.6	17.5	20.6	95	70	82	2.2	3	1.1
J	21	16.4	18.7	96	77	87	2.1	1.6	0
A	20.1	15.4	17.8	96	78	87	1.9	1.5	3.3
S	21.8	15.4	18.6	96	72	84	2.2	3.2	1.5
O	22.3	16.6	19.4	95	71	84	2.5	3.1	1.9
N	22.7	16.8	19.8	95	69.1	82.3	2.5	2.7	1.1

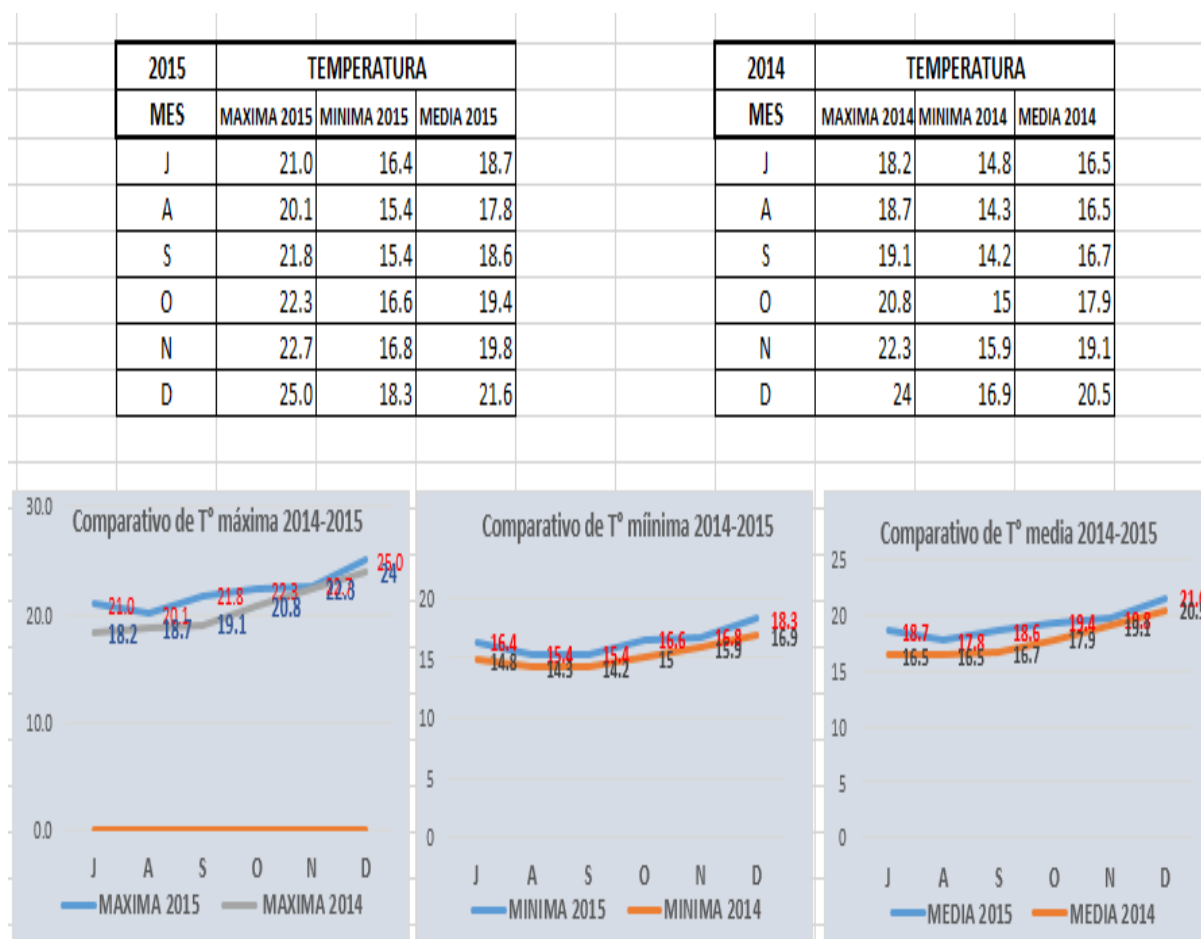


Figura 03: Grafica de temperaturas año 2014- 2015

Anexo 05:

Características del cultivo

Tabla 03: Características y descripción del Cultivar “Salcedo INIA”

Aspecto	Características morfológicas
Tipo de crecimiento	Herbáceo
Porte de la planta	Erecto
Altura planta	1.4 a 1.7 m.
Longitud de panoja	Hasta 70 cm
Color de axilas	No pigmentado
Forma de la Panoja	Glomerulada
Densidad de panoja	Intermedia
Color de pericarpio	Blanco opaco
Color de grano	Blanco
Tamaño de grano	Grande
Color de tallo	Verde
Presencia de estrías	Ausente
Peso de mil semillas	3.1 a 3.7g
Contenido de saponina	0.020 dulce

Fuente: Pérez, (2005)

Tabla 04: *Características agronómicas*

Características agronómicas

Periodo vegetativo	De 150 días (precoz)
Rendimiento comercial	2.5 t/ha
Rendimiento potencial	4.0 t/ha
Reacción a factores bióticos y	abióticos
Mildiu	Tolerante
Heladas	Resistentes, hasta -2 °C
