

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 7 VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa*, Willd.) EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III
“LOS PICHONES” - TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Wilian Martin Conde Padilla

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

TESIS

**“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 7 VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa*, Willd.) EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III
“LOS PICHONES” - TACNA”**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 11 DE DICIEMBRE DEL 2014,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. MAGNO ROBLES TELLO

SECRETARIO:



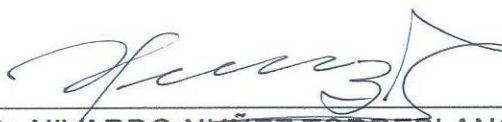
Dr. OSCAR FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:



MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

ASESOR:



MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

Dedicatoria

*A mis queridos padres. Antonio y Teresa,
a los padres de mi esposa. Manuel e Irene,
a mi esposa. Juana y mis hijos Eduar y Angela
por la confianza, apoyo y esfuerzo que hicieron
posible la culminación de mis estudios.*

*A mis hermanos Elber,
Wilber, y a toda mi
familia.*

*También a todos mis mentores,
que durante mi formación personal
y profesional tuvieron un consejo que
brindarme y confiaron en mí.*

*A todos mis amigos y amigas que conocí durante mi estancia en la
universidad, personas que fueron y son muy importantes en mi vida,
gracias por todo.*

AGRADECIMIENTOS

A todos los catedráticos de la Escuela de Agronomía de la UNJBG, quienes con sus lecciones y experiencias influyeron en mi formación profesional. Un agradecimiento muy especial a mi asesor M. Sc. Nivardo Nuñez Torreblanca, por su gran apoyo y compartir sus conocimientos, también al profesor Arístides Choquehuanca por su gran colaboración incondicional.

Al mis jurados M. Sc. Magno Santos Robles, Dr. Oscar Fernández y M. Sc. Arístides Choquehuanca, por su orientación y guía en la conclusión de mi tesis.

A todos mis compañeros de estudios universitarios con los cuales compartí experiencias y vivencias inolvidables durante todos los años de carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Delimitación de la investigación	5
1.3.1 Temporal	5
1.3.2. Espacial	6
1.4. Justificación	6
1.5. Limitaciones.....	8
1.6. Objetivos.....	8
1.6.1. Objetivo general y específico	8

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACION TEORICA

2.1. Conceptos generales y definiciones.....	10
2.1.1. Importancia del suelo para la planta	11

2.1.2. Importancia de la textura del suelo para las plantas	12
2.1.3. Materia orgánica, CIC, pH, Salinidad, limitantes	14
2.1.4. Importancia del factor agua para la planta	15
2.1.5. Importancia del factor temperatura para las plantas	17
2.1.6. Importancia de la luz para las plantas	19
2.2. Enfoques teóricos técnicos	19
2.2.1. Variaciones inducidas por el ambiente	19
2.2.2. Características morfológicas	21
2.2.3. Fases fenológicas del cultivo	26
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos	32
2.3. Marco referencia	36

CAPÍTULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis Generales y Específicas	39
3.2. Sistema de variables	39

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo de investigación	41
4.2. Población y Muestra	41

4.3. Materiales y Métodos	41
---------------------------------	----

CAPÍTULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de la información	61
5.2. Instrumentos de medición	61
5.3. Resultados	62
5.4. Discusión de resultados	82
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS	93

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo del área experimental, Centro Experimental Agrícola III, los “Pichones”. Módulo 1	43
Cuadro 2. Análisis físico-químico del suelo del área experimental, Centro Experimental Agrícola III, los “Pichones”. Módulo 2	44
Cuadro 3. Temperatura, humedad, heliofanía, y evapotranspiración, agosto 2012 - mayo 2013	47
Cuadro 4. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental para la primera época de siembra (agosto 2012) y la segunda época de siembra (setiembre 2012).....	53
Cuadro 5. Análisis de varianza individual de altura de planta (cm) de siete variedades de quinua en dos épocas de siembra.....	62
Cuadro 6. Análisis de varianza combinado de altura de planta de siete variedades de quinua	63
Cuadro 7. Prueba de significación de Duncan de altura de planta de siete variedades de quinua para la época 1	64

Cuadro 8.Prueba de significación de Duncan de altura de planta de siete variedades de quinua para la época 2	65
Cuadro 9. Análisis de varianza individual de ancho de panoja (cm) de siete variedades de quinua.	66
Cuadro 10.Análisis de varianza combinado de ancho de panoja de siete variedades de quinua.....	67
Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja de siete cultivares de quinua para la época 1	68
Cuadro 12.Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja de siete cultivares de quinua para la época 2.....	69
Cuadro 13. Análisis de varianza individual de longitud de panoja (cm) de siete variedades de quinua.	70
Cuadro 14.Análisis de varianza combinado de longitud de panoja de siete variedades de quinua	71
Cuadro 15.Prueba de significación de Duncan de longitud de panoja de siete cultivares de quinua para la época 1	73
Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan de longitud de panoja de siete variedades de quinua para la época 2.....	74

Cuadro 17. Análisis de varianza individual de peso de panoja (g) de siete variedades de quinua	75
Cuadro 18. Análisis de varianza combinado de peso de panoja de siete variedades de quinua	76
Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan de peso de panoja de siete variedades de quinua para la época 1.	77
Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan de peso de panoja de siete variedades de quinua para la época 2	78
Cuadro 21. Análisis de varianza individual de rendimiento de grano (kg/ha) de siete variedades de quinua	79
Cuadro 22. Análisis de varianza combinado de rendimiento de grano de siete variedades de quinua	80
Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de granopromedio de siete variedades de quinua para la primera y segunda época de siembra (kg/ha)	81

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de altura de planta (cm), primera época de siembra	94
Anexo 2. Datos originales de ancho de panoja (cm), primera época de siembra	94
Anexo 3. Datos originales de longitud de panoja (cm), primera época de siembra	95
Anexo 4. Datos originales de peso de panoja (g), primera época de siembra	95
Anexo 5. Datos originales de rendimiento (kg/ha), primera época de siembra	96
Anexo 6. Datos originales de altura de planta (cm), segunda época de siembra	96
Anexo 7. Datos originales de ancho de panoja (cm), segunda época de siembra	97

Anexo 8. Datos originales de longitud de panoja (cm), segunda época de siembra	97
Anexo 9. Datos originales de peso de panoja (g), segunda época de siembra	98
Anexo 10. Datos originales de rendimiento (kg/ha), segunda época de siembra	98
Anexo 11. Vista panorámica del campo experimental	99
Anexo 12. Grano de las 7 variedades estudiadas	124

RESUMEN

El presente trabajo titulado “Comparativo de rendimiento de siete variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*, willd.) en dos épocas de siembra en el Centro Experimental Agrícola III– Tacna.

El experimento se realizó durante los meses de Agosto a Diciembre del 2012 para la primera época de siembra; y de Setiembre a Enero del 2013 para la segunda época de siembra. Las variedades de quinua que se utilizaron fueron: Salcedo INIA, Blanca de Juli, Illpa INIA, Kancolla, Negra Collana y Real. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

Los resultados demostraron que para rendimiento total de grano, Kancolla fue superior a las demás variedades con promedio de 3112,50 kg/ha para ambas épocas de siembra.

ABSTRACT

This paper entitled "Comparative Performance of seven varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) In two planting seasons in Tacna Central Agricultural Experiment III.

The experiment was conducted during the months of August to December of 2012 for the first planting season; and from September to January 2013 for the second planting season. Quinoa varieties used were: Salcedo INIA, Blanca Juli, Illpa INIA, Kancolla, Black Collana and Real. The design was completely randomized with seven treatments and four replications.

The results showed that the total grain yield, Kancolla was superior to the other varieties with an average of 3112.50 kg / ha for both sowing.

INTRODUCCIÓN

La quinua, es un grano andino de gran potencial nutricional. Que hoy en día, gracias al aporte de las investigaciones recientes se ha revalorado por sus cualidades como alimento de alto valor nutritivo, especialmente por su contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, que contribuyen a mejorar la calidad en la alimentación humana.

Perú es el mayor productor de quinua con un 52% de la producción mundial, seguido por Bolivia (37%) y por Estados Unidos (6,3%). Las exportaciones de quinua alcanzan las 5 600 t, de las cuales el 62% provienen de Bolivia, 32% de Perú y 6% de Ecuador. Los principales importadores de quinua son EE. UU., Unión Europea (en particular Francia, Alemania y Holanda) y Japón (Ministerio de Agricultura, 2009). Las excepcionales condiciones naturales de las zonas altas andinas, favorecen la producción de quinua. Por ejemplo, la producción en el año 2011 ascendió a 41 167 toneladas, siendo las principales regiones productoras, Puno, Cusco, Junín, Apurímac y Ayacucho, con una área cosechada de 35 462 hectáreas. El rendimiento promedio llega a las 1,16 toneladas por hectárea.

El año 2013 la producción del cereal andino alcanzó las 43 600 toneladas, con un volumen de área cosechada de 38 400 hectáreas y un rendimiento promedio 1,13 toneladas por hectárea. La región Puno sigue concentrando el 80% de la producción de quinua a nivel nacional.

En Tacna, el cultivo de la quinua es de reciente introducción, no mayor de cuatro años, es así que se viene desarrollando el cultivo en el Distrito de Inclán en la irrigación PROTER, ubicado a 552 msnm, y en la Yarada Baja a 55 msnm y Los Palos a 0 msnm, en la presente campaña agrícola se viene instalando. Alrededor de 800 hectáreas aproximadamente, los rendimientos que se vienen alcanzando fluctúan entre 1,200 kg/ha a 2,500 kg/ha. Con el presente trabajo de investigación se propone poder demostrar que es posible cultivar quinua en la costa, y ver los rendimientos en comparación a lo que se produce en zonas de sierra, el propósito es buscar una alternativa válida, para ser tomada en cuenta en el sistema de rotación de cultivos.

En nuestro medio los trabajos de investigación con respecto a la quinua, aun son pocos y no se ha estudiado la influencia de épocas de siembra en condiciones de la costa sur del Perú. Es más en la costa los rendimientos pueden mejorar debido a las mejores condiciones ambientales y el manejo del suministro de agua mediante el riego.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Perú ha sido cimiento de la cultura Inca, la cual alcanzó sorprendentes avances en el campo agrícola, aportando a la humanidad grandes conocimientos. Sin embargo casi quedan en el olvido la quinua, la kañihua y el amaranto, granos andinos de gran potencial nutricional. Que hoy en día, gracias al aporte de las investigaciones recientes se está difundiendo por ser cultivos de vital importancia, puesto que son alimentos de alto valor nutritivo, son alimentos que contienen bastantes proteínas, para, mejorar la calidad en la alimentación humana.

La quinua o grano del inca es cultivada desde épocas remotas, siendo utilizados mucho antes que el imperio incaico(los chancas), como producto alimenticio de gran contenido proteico, se le puede cultivar en condiciones de Costa y Sierra, es decir desde el nivel del mar hasta los 4 500 msnm.

El valle de Tacna posee notables condiciones climáticas favorables para el cultivo de la quinua, pues debido a su clima subtropical árido, sus pocas variaciones de temperatura y su ubicación geográfica le permitirían obtener buenos rendimientos, por ello por tener esas ventajas el área cultivada está aumentando en estos últimos años,lográndose notar en algunas zonas de la región Tacna.

En el presente trabajo de investigación proponemos una alternativa de poder demostrar que se puede cultivar quinua, y ver los rendimientos en comparación a lo que se produce en las zonas alto andinas, para ello se optó trabajar con 7 variedades y así observar sus ventajas.

El propósito es buscar una alternativa válida, para ser tomada en cuenta en el sistema de rotación de cultivos, con el presente trabajo preliminar de investigación, lo que se quiere es estudiar la capacidad productiva de la quinua en dos épocas de siembra.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál de las variedades de quinua tiene los mayores rendimientos de grano en dos épocas de siembra?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál de las variedades de quinua presenta mayor altura de planta en la primera y segunda época?

¿Cuál de las variedades de quinua presenta mayor ancho de panoja en la primera y segunda época?

¿Cuál de las variedades de quinua presenta mayor longitud de panoja en la primera y segunda época?

¿Cuál de las variedades de quinua presenta mayor peso de panoja en la primera y segunda época?

¿Cuál de las variedades de quinua presenta mayor rendimiento de grano en la primera y segunda época?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Temporal:

El trabajo de investigación denominado “Comparativo de rendimiento de siete variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*, willd.) En dos épocas de siembra en el Centro Experimental Agrícola III– Tacna”, se realizó entre los meses de Agosto a Diciembre del 2012 en la primera época y de Setiembre a Enero del 2013 en la segunda época.

1.3.2. Espacial:

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III– Los Pichones, Tacna.

1.4. JUSTIFICACION

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como la Organización Mundial de la Salud (OMS), califican a la quinua como un alimento único por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento. (Ministerio de Agricultura, 2008).

La quinua está considerada como una especie de muchos usos agroindustriales.

La semilla puede utilizarse para la alimentación humana, y como alimento para animales. Las ventajosas propiedades específicas de la quinua deben ser identificadas y explotadas, y se debe desarrollar tecnologías que permitan la utilización de tales propiedades, para que la

quinua pueda competir con otras materias primas que generalmente son baratas, fácilmente disponibles y de calidad aceptable.

A nivel nacional, se viene incrementando a las áreas dedicadas a la siembra de quinua; así tenemos en las regiones de Cajamarca, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cuzco y Arequipa, los rendimientos que se vienen obteniéndose en dichas regiones fluctúan entre 1,300 kg/ha a 4,500 kg/ha, si es que se adopta y aplica una tecnología innovada en el manejo agronómico.

En nuestro medio no hay trabajos de investigación con respecto a la quinua en dos épocas de siembra, por tal razón el presente trabajo es preliminar, será como base para otros trabajos posteriores, ya que además del alto contenido proteico y alto valor nutritivo de la quinua es también una buena alternativa para generar nuevos ingresos a los agricultores de la zona como un cultivo alternativo ya que es tolerante a la sequía y la salinidad de los suelos, factores característicos del valle de Tacna, por tal motivo se realizó el presente trabajo de investigación.

1.5. LIMITACIONES

En el presente trabajo de investigación del cultivo de quinua hubo dos limitaciones:

Como primer limitante tuvimos la restricción de agua, ya que debido a las altas temperaturas de la época, también encontrándonos en una zona desértica y a la alta demanda del cultivo de este elemento se trató de aprovechar al máximo su uso.

Como segundo limitante tuvimos las variaciones del clima, presentándose altas y bajas temperaturas, lo cual no afectó notablemente en el desarrollo del cultivo.

Existen escasos trabajos de investigación a nivel local y nacional.

1.6. OBJETIVO

1.6.1. Objetivo General

- Evaluar el rendimiento de siete variedades comerciales de quinua en condiciones ambientales de la Región Tacna.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Identificar las variedades de mayor rendimiento en grano de quinua en dos épocas de siembra, en la localidad de Tacna. CEA III- Los Pichones.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

La quinua es un cultivo originario de los andes, se cultiva desde hace aproximadamente unos tres mil años. A la llegada de los conquistadores españoles, su cultivo era común desde el extremo austral de Chile hasta los andes colombianos. Los pueblos nativos de Perú y Bolivia fueron los que lograron su domesticación y mejoramiento genético más avanzado (Avilés, 2003).

Considerable cantidad de investigadores se han preocupado de estudiar la genética, agronomía, así como el efecto del clima, suelo, y la influencia en la producción de la diversidad de ecotipos y variedades nativas. Tales estudios han estado orientados a mejorar su productividad

2.1.1. Importancia del suelo para la planta

Por lo general el sistema de raíces abarca únicamente una cuarta parte de la planta; no obstante, las raíces se ramifican tanto y tan finamente que con frecuencia ocupan una masa de suelo mayor que el volumen de la atmósfera que abarca el tallo. El resultado es el extenso y estrecho contacto entre la superficie del suelo y la planta, lo cual es muy importante, en vista de que depende del suelo para su fijación y para obtener los nutrimentos y le agua. El factor suelo (edáfico) exige gran atención. Tanto la planta como el suelo ejercen una gran influencia mutua debido al mencionado contacto, pero también a causa de la gran complejidad y naturaleza dinámica del suelo. Las características del suelo cambian continuamente, y el ritmo en que ocurren los cambios depende de un gran número de factores ambientales (Fuentes, 1999).

El suelo es aún más decisivo como factor ambiental de la planta, ahora la diferencia en los suelos pueden influir en las planta en los siguientes

Aspectos:

- Capacidad de las semillas para germinar.
- Tamaño y erguimiento de la planta.
- Vigor de los órganos vegetativos.

- Calidad leñosa del tallo.
- Profundidad de penetración del sistema radical.
- Aumento de la pubescencia.
- La susceptibilidad a las sequias, heladas y las parasitosis.
- Número de flores por planta.
- Época de floración, etc. (Fuentes, 1999).

2.1.2. Importancia de la textura del suelo para las plantas

Es importante mencionar este aspecto para la adaptación de una variedad de cultivo en determinados lugares donde uno quiere introducir, para ello este factor juega un rol importante, ya que la textura permite una buena infiltración de agua, dependiendo del tipo de textura la infiltración será rápida o lenta.

La textura del suelo influye tremendamente en la velocidad del movimiento del agua, favoreciendo así la nutrición de la planta, además la capacidad de retención del agua, lo cual es retenido en forma de películas que cubren las superficies de las partículas, en forma de cuñas detenidas en los ángulos entre los granos y en forma de humedad embebida por los coloides, siendo favorable o desfavorables para la planta (Dominguez, 1990).

El efecto de la textura en las relaciones de humedad del suelo es complicado. Si bien los suelos con textura fina poseen gran ventaja para retener grandes cantidades de agua, estos: a) retienen gran parte de ella en las capas superficiales, las cuales son altamente vulnerables a la sequía b) no permiten fácilmente la penetración de agua y, por lo tanto se pierde más en forma de escurrimiento c) retardan la penetración de las raíces, por lo tanto las plantas jóvenes no pueden alcanzar la humedad de la profundidad, antes de que se seque la superficie, y d) hay escasa ventilación, y así refuerza el arraigo de raíces cerca de la superficie, lo que hace que la planta sea susceptible a la sequía, lo que se quiere entonces son suelos con una buena estructura, para así favorecer una buena adaptación de un cultivo a otro que no sea su ambiente, son factores directos (Urbano, 1999).

La temperatura del suelo, la porosidad de los suelos con textura deseada y bien agregados tiende a favorecer la condición de equilibrio entre el suelo y la atmósfera en lo que respecta a la temperatura, debido a un intercambio de gases y una buena retención de agua, lo cual favorece al cultivo lo cual no sucede en suelos pesados donde calienta rápido y no hay buena retención de agua lo que llevaría a un marchitamiento de la planta. La relación textura y temperatura debe ser equilibrado si no se tendría daño en raíces (Buckman y Brady, 1993).

2.1.3. Materia Orgánica, CIC, pH, salinidad, limitantes

Suelos con buena presencia de materia orgánica, suelos de textura franca, existirá buena absorción e intercambio catiónico lo que es deseable, habrá una buena dotación de alimento para la planta, si fuese lo contrario tendremos, bajos rendimientos (Buckman y Brady, 1993).

La mayoría de los tipos de suelo y de la materia orgánica contienen determinados tipos de coloides o solutos que tienen la propiedad de mantener casi constante la reacción de la solución suelo. Estas sustancias son denominadas amortiguadores, liberan iones de H en cantidades suficientes para mantener constante la reacción, mientras que los iones OH pueden ser liberados si se le añaden ácidos. Desde el punto de vista de la nutrición de las plantas, un suelo con grandes cantidades de amortiguadores es más conveniente ya que evita las fluctuaciones violentas en el equilibrio nutritivo del suelo, las cuales por lo general menguarían la capacidad que tiene la planta para adaptarse (Navarro y Navarro, 2003).

La acción de las sales disueltas en las plantas es parte física u osmótica, y en parte química o específica, según el tipo de iones. Cuando las plantas crecen en suelos salinos, el crecimiento de raíces se ve impedido, la absorción y la transpiración se reducen y emplean menos

agua al acumular una cantidad determinada de carbohidratos. Debido a que las sales interfieren tan evidentemente en la absorción del agua por la planta, las sales son una barrera que limita mucho la producción y la adaptación de un cultivo (Villalobos et al., 2002).

2.1.4. Importancia del factor agua para la planta

En la fisiología vegetal, el agua es de suma importancia en muchos aspectos, ya que como principal solvente universal, disuelve todos los minerales contenidos en el suelo. Además constituye el medio por el cual los solutos entran a la planta y fluyen por los tejidos, al permitir la solución y la ionización dentro de la planta, aumenta considerablemente la reactividad química tanto de los compuestos sencillos como de los elaborados. Asimismo constituye el material de sustrato en la fotosíntesis y en esencial para el mantenimiento de la turgencia, sin la cual las células no podrían funcionar activamente. Es un factor que participa activamente al momento de elevar nuestros rendimientos ya que la dotación de agua al cultivo, limitara o elevara los rendimientos con participación conjunta de los demás factores de producción. Los procesos fisiológicos, asimismo, son influidos por la humedad, las que crecen con un desbalance del agua desfavorables poseen las siguientes características:

Rasgos morfológicos

- Tamaño reducido del brote (enanismo).
- Incremento del tamaño del sistema radical.
- Células más pequeñas en las hojas, las cuales a su vez causan:
- Láminas pequeñas o láminas segmentadas.
- Estomas menores y muy juntas entre sí.
- Isletas venosas más pequeñas.
- Cutícula y paredes celulares gruesas, con más lípidos en las superficies de transpiración.
- El tejido empalizada del mesófilo mejor desarrollado.
- El tejido esponjoso del mesófilo menos desarrollados.
- Paredes epidérmicas menos sinuosas.
- Espacios intercelulares más pequeños.
- Las células del xilema son más pequeños, pero una mayor proporción de tejidos lignificados.

Rasgos fisiológicos

- Tasa de transpiración más rápida por unidad de área.
- Tasa de fotosíntesis más rápida por unidad de área.
- Menos almidón con relación a la proporción de azúcar.
- Menor potencial osmótico.

- Mayor viscosidad protoplasmática.
- Mayor permeabilidad protoplasmática.
- Anticipación en el florecimiento y la producción de frutos

2.1.5. Importancia del factor temperatura para las plantas

Existe relativamente poca actividad biológica bajo 0°C o sobre 50 °C, determinada en el extremo inferior por la inmovilización del agua, y en el extremo superior por la destrucción de las proteínas vitales a causa del calor.

La temperatura de los órganos de las plantas tiende a ser casi igual que la del medio ambiente inmediato. Esto ocurre especialmente con la temperatura de las raíces, la cual es casi idéntica a la temperatura del suelo. La temperatura de los tallos puede diferir varios grados de la del aire, dependiendo de la absorción de la radiación solar, la cual aumenta la temperatura de los tejidos.

Termoperiodismo, la salida y la puesta del sol cada día ponen en movimiento un complejo de variaciones rítmicas en varios factores ambientales importantes. A medida que el sol sale la humedad relativa del aire disminuye mientras que la luz y la temperatura aumentan, y la dirección de estos se invierten algunas veces después del mediodía. Las

repuestas de las plantas a estas fluctuaciones diurnas rítmicas en la temperatura se denominan termoperiodismo.

Las elevadas temperaturas diurnas favorecen una fotosíntesis rápida, y las bajas temperaturas nocturnas reducen la respiración a un nivel inferior, de manera que se conservan los productos fotosintetizados durante el día, decimos entonces que cuanto mayor sea la disparidad entre las temperaturas nocturnas y diurnas, más eficaces serán las relaciones de la temperatura con respecto a la economía de energía de la planta.

Temperatura y fenología, las plantas anuales completan su ciclo de vida sin períodos de descanso entre la germinación y la formación de la semilla. Asimismo, algunas perenes crecen continuamente, si el medio se los permite. La temperatura variable es la más importante en la fenología, las lluvias, neblina, bajas temperaturas y el crecimiento tardío se encuentran casi siempre correlacionados. La fenología abarca todos los estudios de las relaciones entre los factores climáticos y los fenómenos periódicos de los organismos. Entonces todo ello causara efecto en el inicio de floración, cuajado, fructificación del cultivo, para así retrasar o adelantar la producción. (Hopkins, 1981).

2.1.6. Importancia de la luz para las plantas

La luz influye en numerosas funciones de las plantas y, como la temperatura, la posición de los valores cardinales tiende a variar según la función en particular, el tipo de planta, la etapa del ciclo de vida y según las variaciones de otros factores.

Fotosíntesis, el patrón básico del brote de la planta está dirigido hacia la eficacia en la fotosíntesis. Las funciones del tallo como soporte que permite a las hojas exponerse ventajosamente a la luz, y la enorme superficie de estos delgados órganos fotosintéticos, favorecen la absorción de la energía luminosa. Puesto que con la fotosíntesis la planta elabora sus alimentos, el metabolismo, la conversión del azúcar en otros compuestos. Que este factor es importante para la productividad de las plantas y la adaptación de variedades. Por eso en cualquier cultivo, ya sea anual, perenne, este factor es de suma importancia, y si la luz es escasa no habrá una buena producción de fotosintatos y por consiguiente baja producción o quizás nula.

2.2. ENFOQUES TEORICOS TECNICOS

2.2.1. Variaciones inducidas por el ambiente

Cuando una serie de plantas genéticamente idénticas crecen en regiones diferentes, parece ser que, hasta cierto punto, las características

de un individuo se desarrollan de acuerdo con el hábitat particular en el cual crecen las plantas. Las variaciones mucho menos aparentes en estructura y funcionamiento ya se mencionaron anteriormente en relación con el aprovisionamiento de agua, oxígeno, sales, luz, etc. Las variaciones de naturaleza morfológica inducidas por el ambiente ocurren únicamente como resultado de una exposición continua durante un gran parte del ciclo de vida; pero, los ajustes fisiológicos pueden aparecer en unos cuantos días.

Con frecuencia las variaciones de este tipo son benéficas y pueden clasificarse como adaptación. Sin embargo no todas las variaciones inducidas por el ambiente parecen ser útiles. Los fenómenos tales como el cambio de color en la flor al cambiar el pH del suelo, la disminución inducida de la sombra de los niveles de saturación luminosa para la fotosíntesis, la dilatación de la base del tallo, incluso otras respuestas al medio ambiente pueden ocasionar daños considerables a las plantas, puesto que a la larga no se tendrán buenas cosechas o la adaptación fracasará, por eso se debe tener en cuenta todos los factores de producción.

2.2.2. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Raíz

El tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificado con una longitud de 25 a 30 cm., según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias (Mujica y Canahua, 1989).

Tallo

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

puede inducir cortando la yema apical para tener plantas simpódicas (de varios tallos); esta técnica se debe realizar antes del inicio de panojamiento (Mujica y Canahua, 1989).

Hojas

Son simples, enteras, esparcidas, glabras, pecioladas, sin estipulas, pinnatinervadas, presentan oxalatos de calcio o vesículas granulosas en el envés a veces en el haz; las cuales evitan la transpiración excesiva en caso de que se presentaran sequías. En la quinua, podemos notar que la hoja está formada por una lámina y un pecíolo, los pecíolos son largos acanalados y finos, las hojas son polimorfas, las hojas inferiores son de forma romboidal o de forma triangular y las hojas superiores son lanceoladas que se ubican cerca de las panojas. Pueden tomar diferentes coloraciones, va del verde al rojo o púrpura (dependiendo de la variedad). La inserción de las hojas en el tallo es alterna, en cada nudo se observan de 5 a 12 hojas de acuerdo a cada variedad y la distancia entre nudos es de 0.8 a 4 cm. La hoja es por excelencia el órgano clorofiliano esencial de la respiración y la asimilación CO₂ (anhídrido carbónico). El número de dientes por hoja varía de 2 a 14 dependiendo de la variedad (Mujica, 2000).

Inflorescencia

Es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias se difieren por que pueden ser axilares y terminales (Mujica, 2000).

En algunas variedades no se tiene una diferencia clara y pueden ser ramificadas teniendo una forma cónica, el eje principal de la inflorescencia es de forma angulosa o piramidal y tiene dos surcos, donde se ubican las flores. De acuerdo a la forma de panoja; se le considera amarantiforme, cuando sus glomérulos están insertados en el eje secundario y glomerulado, cuando los glomérulos están insertos en el eje primario o principal y toda la panoja tiene la forma, de un solo glomérulo. De acuerdo a la densidad de panoja que se presentan estas son considerados: compactas, semicompactas o semilaxas y laxas (Mujica, 2000).

Flores

En una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androésteriles (imperfectas). Generalmente se encuentra 50 glomérulos en una planta y cada glomérulo está conformado por 18 a 20 granos aproximadamente. Las flores son

pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro como en todas las Quenopodiáceas, son flores incompletas porque carecen de pétalos. Hay un grupo intermedio como la blanca de Juli, originaria de Puno, en el cual el grado de cruzamiento depende del porcentaje de flores pístiladas (Mujica, 2000).

Fruto

Es aquenio, el que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco tépalos que tiene la flor. El perigonio cubre solo una semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; el color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y es donde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo; se ubica en la primera membrana (Mujica, 2000).

Semilla

Tiene forma lenticelada, que se encuentra envuelta por el perisperma, el tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2mm ejemplo Var. Sajama, Salcedo-INIA, Illpa-INIA; mediano de diámetro 1.8 a 1.9 mm como las Variedades:Kancolla, Tahuaco, Chewecca y pequeño menos de 1.7 mm de diámetro ejemplo: Choclo,

Blanca de Juli.El pericarpio, está formado por tres capas, pegado a la semilla y contiene saponina en un rango de 0.2% - 5.1%. El pericarpio es suave en los ecotipos chilenos y duro en los demás ecotipos. Directamente bajo del pericarpio está el episperma, una membrana delgada que cubre al embrión. El embrión está formado por los dos cotiledones y la radícula envuelve al perisperma en forma de anillo (Ccaso, 1999). El perisperma presenta la sustancia de reserva y contiene pequeños granos de almidón. Su color es siempre blanco. Cabe destacar que el embrión presenta la mayor proporción de la semilla (30 % de peso), mientras que en los cereales corresponde solamente al 1 %. De allí resulta el alto valor nutritivo de la quinua (Ccaso, 1999).

Las semillas vienen dispuestas en panojas, éstas tienen entre 15 y 70 cm, puede llegar a un rendimiento de 220 g de granos por panoja. Los colores varían según la variedad y el estado fisiológico de la planta, así van del púrpura al rosado amarillo, del verde al amarillo pálido, etc. (Ccaso, 1999).

Los granos, cuyo color también varía (blanco, gris, rosado).La capa externa que la cubre es rugosa y seca, se desprende con facilidad al ser puesta en contacto con agua caliente o hervida, en esta capa (pericarpio)

se almacena la sustancia amarga denominada saponina que al ser lavada se elimina en forma de espuma. El grado de amargor varía según los tipos de quinua. El contenido de la saponina en la quinua es de entre 0-6% dependiendo de la variedad (Ccaso, 1999).

2.2.3. FASES FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

La duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenta en cada campaña agrícola por ejemplo; si se presenta precipitación pluvial larga de 4 meses continuas (enero, febrero, marzo y abril), sin presentar veranillos las fases fenológicas se alarga por lo tanto el periodo vegetativo es largo y el rendimiento disminuye. Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo también es corto y el rendimiento es óptimo. También influye la duración de la humedad del suelo, por ejemplo en un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad en el suelo o alta capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario(Aguilar,1999).

a. Emergencia

Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto depende de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. En esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es franco-arcilloso. Si el suelo es franco-arenoso, puede resistir aproximadamente, hasta 7 días. También la resistencia depende mucho, del tipo de siembra; si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo pero dentro del surco, podrá resistir a la sequía (Aguilar, 1999).

b. Dos hojas verdaderas

Es cuando dos hojas verdaderas, extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentra en la yema apical el siguiente par de hojas, ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua, siempre dependiendo de los factores ya mencionados en la emergencia (Aguilar, 1999).

c. Cuatro hojas verdaderas

Se observan dos pares de hojas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en la yema apical las siguientes hojas del ápice; en inicio de formación de yemas axilares del primer par de hojas; ocurre aproximadamente a los 25 a 30 días después de la siembra (Aguilar, 1999).

d. Seis hojas verdaderas

Se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre aproximadamente a los 35 a 45 días después de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas (Aguilar, 1999).

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 aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria. Desde la fase de cuatro

hojas verdaderas hasta fase se puede consumir las hojas en remplazo a la espinaca (Aguilar, 1999)

f. Inicio de panojamiento

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observado alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo la panoja en sus tres cuartas partes; ello puede ocurrir aproximadamente a 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 (Gonzales, 1999).

g. Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en remplazó de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor (Gonzales, 1999).

h. Inicio de floración

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con helada; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón (Gonzales, 1999).

i. Floración

Se considera a esta fase cuando el 50% de las flores de la inflorescencia de las panojas se encuentran abiertas, puede ocurrir aproximadamente a los 80 a 90 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas y granizadas, debe observarse la floración a medio día cuando hay intensa luminosidad solar, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentra 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. Cuando hay presencia de veranillos o sequías de 10 a 15 días de duración en esta fase es beneficioso para una buena polinización;

cruzada o autopolinizada, siempre en cuanto no haya presencia de heladas (Gonzales, 1999).

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, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyéndolo drásticamente el llenado de grano (en suelos franco-arenoso), pero en suelos franco-arcilloso es normal (Gonzales, 1999).

k. Grano pastoso

El estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque, de Kcona-kcona (*Eurysaccaquinoae*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano. En esta fase ya no es necesario las precipitaciones pluviales (Gonzales, 1999).

I. Madurez fisiológica

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a más 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 periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano (Gonzales, 1999).

2.2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

Suelo

En lo referente al suelo la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedio y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta depende de los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente papa. La quinua se adapta bien a diferentes tipos de suelos (Gonzales, 1999).

pH

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo de 6.5- 8.5, y con 12 dS/cm de CE (Gonzales, 1999).

Agua

En cuanto al agua, 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 en años más o menos seco de 300 – 500 mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción (Gonzales, 1999).

Temperatura

La temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 – 15 °C, puede soportar hasta -4°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano.

La temperatura está determinada por la altura, la inclinación y exposición del campo y por la densidad del cultivo. La única posibilidad

del productor de influir sobre la temperatura es mediante la selección de un campo bien ubicado y de la densidad de la siembra.

Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5° C. Temperaturas mayores a 15 °C, causan pérdidas por respiración, traen el riesgo de ataques de insectos (sí las condiciones son secas) u hongos (sí las condiciones son húmedas). La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas fuerza la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos (Gonzales, 1999).

Humedad relativa

La humedad relativa es importante para la planta ya que disminuye la transpiración a una temperatura dada. Debe estar entre 65 – 80% de HR. Un exceso de humedad es dañino en las épocas de:

- Floración (polen se convierte inviable).
- Madurez de estado pastoso y completo (la quinua puede germinar en la panoja).
- Cosecha (altos costos de secado).

Durante todo el ciclo del cultivo un exceso de humedad, especialmente en combinación con temperaturas elevadas, favorece al ataque de hongos (Gonzales, 1999).

Fotoperiodo

El fotoperiodismo de la quinua es variable, depende de su origen: Variedades que vienen de cerca de la línea ecuatorial son cultivos de día corto en dos aspectos de su desarrollo: Necesitan por lo menos 15 días cortos (menor que 10 horas de luz) para inducir la floración y también para la maduración de los frutos (Gonzales, 1999). Este cultivo prospera adecuadamente con 12 horas de luz por día, en el hemisferio sur, sobre todo en el altiplano Perú-Boliviano.

Altitud

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 alargan su periodo vegetativo, debido a la alta humedad 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 (Gonzales, 1999).

2.3. MARCO REFERENCIAL

En la región de Tacna no se realizaron trabajos similares y algunas investigaciones en, Moquegua y Arequipa, de las cuales en nuestra región Tacna recién se vienen realizando trabajos de investigación sobre épocas de siembra y variedades comerciales que podrían adaptarse, y con rendimientos rentables.

Pero podemos nombrar algunos trabajos de investigación que se han realizado en la región Tacna, dentro de los cuales tenemos:

Comportamiento de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa*, willd.) en condiciones de estrés salino”, las conclusiones fueron:

A un nivel de salinidad de 11 dS/m sobre las últimas fases fenológicas de la quinua no se observan efectos visibles de la salinidad como acorchamiento de hojas ni quemaduras en las puntas o necrosis.

Los mayores rendimientos de grano bajo condiciones de suelo salino presentaron los cultivares Amarilla Maranganí (de valle), Sayaña (de los salares) y Utusaya también de los salares, con 2919,7 kg/ha, 2764,6 kg/ha, y 2512,1 kg/ha respectivamente. Los cultivares Amarilla

Maranganí, Huariponcho y Ecu-420, expresaron los mayores rendimientos de materia seca con 326,00 g/planta, 280,50 g/planta y 262,50 g/planta respectivamente, siendo similares estadísticamente; del mismo los cultivares que dieron los rendimientos más bajos de materia seca son Kancolla y Salcedo INIA (procedentes del Altiplano) con 133,75 g/planta y 123,00 g/planta. Los mayores índices de cosecha corresponden a los cultivares Utusaya con 42,325%, Pandela con 38,340%, Kancolla con 37,213%, Salcedo INIA con 37, 295% lo que demuestra que los cultivares de los salares bajo condiciones del presente experimento mostraron mayor capacidad para acumular materia seca en los grano, mientras que el último lugar corresponde al cultivar Ecu-420 de Valle (Flores. 2005).

Rendimiento de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa*, willd.) en la provincia de Tarata, a partir de los resultados obtenidos se concluye:

Los cultivares que expresaron, los mayores rendimientos de grano fueron Nariño con 3 621, 500 kg/ha, Ratuqui con 3 550, 900 kg/ha, Achachino con 3 080,200 kg/ha, que se comportan estadísticamente en forma similar. Los cultivares Pasankalla y Koyto fueron los menos

rendidores de grano con 886,000 kg/ha, que tienen también el mismo comportamiento estadístico (Aquino. 2006).

Comparativo de rendimiento de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) en condiciones de la cooperativa hospicio 60 de la Yarada, se llegaron a las siguientes conclusiones:

La quinua es una planta que muy bien se adapta para la condiciones en que se hizo el trabajo, superando largamente, en rendimiento, al promedio nacional que es de 1000 kg/ha. Los cultivares que resultaron con mayores rendimientos fueron el Huacariz con 8 095,23 kg/ha, Amarilla Maranganí UNSAAC con 7 142,85 kg/ha y Quillahuamán INIA con 6190,47 kg/ha. Los cultivares más precoces fueron: Real Boliviana, Kamiri, 03-08-79 BB, Amarilla Maranganí, Roja Coporaque, Camacani II, Tahuaco y Kancolla los cuales se cosecharon a los 109 días. El análisis económico mostró para los cultivares Huacariz y Quillahuamán INIA un índice de rentabilidad de 420,45% y para el cultivar Amarilla Maranganí UNSAAC de 362,3% (Pilco. 1996).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS

3.1.1 Hipótesis general

Las variedades de quinua en condiciones ambientales de Tacna expresarán rendimientos de grano diferentes en función de su capacidad productiva.

3.1.2. Hipótesis específicas

Por lo menos una de las variedades de quinua tendrá rendimiento de grano superior a las demás en dos épocas de siembra (15 de agosto y 15 de setiembre).

3.2. SISTEMA DE VARIABLES

3.2.1. Variables independientes

Variedades de quinua en dos épocas de siembra.

3.2.2. Variables dependientes

Altura de planta

Longitud de panoja

Ancho de panoja

Peso de panoja

Rendimiento de grano

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo experimental.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.).

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1. Ubicación del campo experimental:

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental Agrícola III (Los Pichones) de la UNJBG, administrado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el cual se encuentra ubicada geográficamente a una latitud sur de 17°59'38", a una longitud oeste de 70°14'22", a una altitud de 532 msnm. Políticamente se encuentra en la Región Tacna, Provincia y el Distrito de Tacna.

4.3.2. Historia del campo experimental

Módulo 1: brócoli y módulo 2: cebolla.

4.3.3. Situación edáfica del campo experimental

La determinación de las características físico-químicas del suelo se realizó en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA – Puno), cuyos resultados se muestran en la tabla 1 y tabla 2.

Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo del área experimental, Centro Experimental Agrícola III, los “Pichones”. Módulo 1

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	52%
Arcilla	12%
Limo	36%
Clase Textural	(FA) Franco Arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CaCO ₃	0,00
C.I.C	17,00 meq/100g
C.E.	0,554 dS/cm
pH	5,85
Materia Orgánica	0,37 %
Nitrógeno	0,01 %
Fósforo	41,00 ppm
Potasio	385,10 ppm

Fuente: Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Puno-2012.

Cuadro 2. Análisis físico-químico del suelo del área experimental, Centro Experimental Agrícola III, los “Pichones”. Módulo 2

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	54 %
Arcilla	15 %
Limo	36%
Clase Textural	(FA) Franco Arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CaCO ₃	0,00
C.I.C	22,00 meq/100g
C.E.	0,650dS/m
pH	6,02
Materia Orgánica	0,56 %
Nitrógeno	0,02 %
Fósforo	43,00 ppm
Potasio	400,10 ppm

Fuente: Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Puno-2012.

En las tablas 1 y 2, el análisis de suelo indica, que para ambas épocas de siembra el suelo fue franco arenoso, siendo adecuado para el cultivo de la quinua; además se menciona que los suelos adecuados para la quinua son los francos suelos sueltos (no pesados), profundos, ricos en materia orgánica y sobre todo con un buen drenaje, porque la quinua es

susceptible a excesiva humedad. Por su raíz pivotante, que llega hasta los 1,80 m de profundidad, la quinua requiere suelos profundos, bien drenados y aireados para poder penetrar fácilmente en el terreno, los necesita de consistencia media, ricos en humus, no siendo convenientes los suelos demasiados compactos y arcillosos (Mujica y Jacobsen, 1998),

En cuanto al pH del suelo fue de 5,85 (moderadamente ácido) para la primera época y 6,02 (ligeramente ácido) para la segunda, Suquilanda (1992), señala y lo clasifica como un grano andino moderadamente tolerante a la alcalinidad y acidez, manifiestan que puede prosperar a pH 4,5 a 9, pero se desarrollaría con buena producción en pH neutro.

La conductividad eléctrica según el análisis es 0,384 a 0,385 dS/cm, el cual indica que es un suelo no salino, que no presenta limitaciones para el cultivo de la quinua. Además señala que prospera en condiciones favorables con rendimientos altos en suelos con CIC de 15 a 25 meq/100g, puesto que según análisis es de 17,00 a 22,00 meq/100 g, lo cual es favorable para este cultivo.

En lo relacionado al contenido de materia orgánica, el análisis de suelo muestra que fue de 0,37 a 0,56 %, según Suquilanda (1992), señala como bajo, además señala que es una planta que exige más del

2% de materia orgánica en el suelo, ya que en suelos salinos, la planta se desarrolla poco y de bajo rendimiento.

En cuanto al contenido de fósforo disponible fue de 41,00 a 43,00 ppm, según lo indicado por (Rodríguez, J., 1992) los rangos que varían de 15 ppm a más, son considerados altos, con respecto al contenido de potasio fue de 358,10 a 400,10 ppm que fue alto según lo indicado por Soquimich(2001).

4.3.4. Características climáticas

Los datos fueron obtenidos en la estación meteorológica principal Jorge Basadre Grohmann. Se consideró el periodo de agosto 2012 a mayo 2013, fecha en que se realizó la fase de campo del presente trabajo como se muestra en la tabla 3.

**Cuadro 3. Temperatura, humedad, heliofanía, y evapotranspiración,
agosto 2012 - mayo 2013**

MESES	TEMPERATURA (°C)			HELIOFANIA (h/s)	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL TANQUE TIPO A (mm)	H.R. MEDIA (%)
	Máx.	Mín.	Med.			
Agosto	16,2	10,5	14,5	7,1	3,2	68
Setiembre	19,5	11,2	15,3	7,0	3,5	70
Octubre	22,1	11,8	16,9	8,2	3,8	75
Noviembre	24,1	13,1	18,6	8,8	4,6	78
Diciembre	25,5	13,7	19,7	9,5	5,0	74
Enero	27,4	15,4	21,4	8,4	5,1	73
Febrero	27,9	16,8	22,4	7,6	4,5	66
Marzo	26,7	14,8	20,4	9,5	4,7	70
Abril	24,3	16,5	18,8	7,9	3,5	75
Mayo	21,2	15,2	16,5	7,6	3,6	80

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann. Tacna. 2013.

En la tabla 3, muestra los datos meteorológicos, el cultivo de la quinua, posee 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 templados y lluviosos, llegando hasta la cabecera de selva. La

temperatura media para la quinua está a 15 – 20 °C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10° C se desarrolla perfectamente, asimismo ocurre con temperaturas altas de 25°C, también se desarrolla con normalidad. Pero en ciertas etapas fenológicas temperaturas de 8°C y extremos de 30°C, pueden causar daños impidiendo la formación de los granos.

En lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde 40% a 100% de HR en la costa, lo que también lleva a la susceptibilidad de enfermedades fungosas (Mujica y Canahua, 1989).

4.3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental que se utilizó fueron variedades de quinua en dos épocas de siembra.

a.-Salcedo INIA: Esta variedad fue lograda por selección masal del cruce dialélico de 7*7 de las variedades Real Boliviana x Sajama, en la estación experimental de Salcedo –INIA (Programa de Investigación de Cultivos Andinos – PICA). Planta de color verde, con inflorescencia glomerulada, con altura de planta de 1,80 m, de grano grande con diámetro de 1,82

mm, de color blanco, sin saponina, panoja glomerulada, período vegetativo de 160 días (precoz), potencial de rendimiento 3500 kg/ha, resistente a heladas (-2°C), tolerante al mildiu. De gran adaptación a diferentes altitudes (3,800 a 3,900 msnm); se recomienda su cultivo en la zona circundante de Juli, Pomata, Ilave, Pilcuyo y otros como la costa y valles interandinos (Mujica y Jacobsen, 2001).

b.- Blanca de Juli: Selección de ecotipos locales de Juli-Puno grano mediano con 1,4 a 1,8 de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardía), rendimiento 2500 Kg /ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito e Ilave(Mujica y Jacobsen, 2001).

c.- Illpa-INIA: Esta variedad se genera a partir de la cruce de las variedades sajama x blanca de Juli, realizado en los campos experimentales de Salcedo-Puno, en el año de 1985, presenta tamaño de grano grande de 1,8 a 2 mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), altura de planta de 107 cm, rendimiento promedio 3,083 Kg. /ha resistente heladas, tolerante

al mildiu. Se recomienda su cultivo alrededores del Lago Titicaca (Mujica y Jacobsen, 2001).

d.- Kancolla: Seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas, Puno, planta de color verde, de tamaño mediano alcanzando unos 80 cm de altura, de ciclo vegetativo tardío más de 170 días, grano blando tamaño mediano (1,6 a 1,9 mm), con alto contenido de saponina, panoja generalmente amarantiforme e intermedia, resistente al frío, granizo y al mildiu, rendimiento promedio de 2500 kg/ha, llegando a un potencial de 3500 kg/ha, segrega a otros colores desde el verde hasta el púrpura, muy difundida en el altiplano peruano, se usa generalmente para sopas y elaboración de kispíño, recomendable para las zonas alejadas del lago Titicaca, Juliaca, Cabanillas y Azángaro (Mujica y Jacobsen, 2001).

e.- Pasankalla: Es una variedad de color de grano plumizo a rosado, de sabor ligeramente amargo, período vegetativo tardío, tamaño de grano grande (2,5 – 2,9 mm), inflorescencia glomerulada, fuertemente atacada por aves, planta de color rosada alcanza una altura de 1,60 a 1,80 m, con gran adaptación en el mercado externo por sus cualidades de transformación y contenido de proteína, al ser graneada o expandida aumenta su volumen tres veces su tamaño (Mujica y Jacobsen, 2001).

f.- Negra Collana: Es una variedad resultado de una selección masal predominante en la zona de llave (Puno), de grano mediano de 1,5 a 1,8mm de diámetro es de color morado a rosado, panoja tipo amarantiforme, es amarga y se le cultiva por la zona de llave, con rendimientos de 1200 a 1800 Kg. /ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu (INIA, 2010).

g.- Real: De procedencia del altiplano boliviano, seleccionado por su alta calidad de grano (gran tamaño), de color de la planta marfil claro, su periodo vegetativo relativamente corto. La quina real, es uno de los granos más importantes de los Andes, cuyo origen se remonta a más de 5000 años. El lugar más importante en la producción de Quinoa Real en el país, es el Departamento de Potosí, en las zonas del salar de Uyuni, a 3600 msnm. El ciclo vegetativo de la planta tiene una duración de 8 meses. La siembra generalmente se realiza en el mes de septiembre, la planta llega a su fase de maduración en el mes de abril, para efectuar la cosecha y la trilla en los meses de mayo y junio. Dentro de las variedades más importantes de la Quinoa Real, cultivadas con fines comerciales y de exportación (INIA, 2010).

4.3.6 FACTORES EXPERIMENTALES DE ESTUDIO

Los tratamientos fueron siete variedades de quinua:

T₁ = Salcedo - INIA

T₂ = Blanca de Juli

T₃ = Illpa - INIA

T₄ = Kancolla

T₅ = Pasankalla

T₆ = Negra Collana

T₇ = Real

4.3.7. COMBINACIÓN DE TRATAMIENTOS

Cuadro 4. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental para la primera época de siembra (agosto 2012) y la segunda época de siembra (setiembre 2012).

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
T ₁	T ₇	T ₁	T ₄
T ₄	T ₂	T ₃	T ₅
T ₂	T ₃	T ₂	T ₁
T ₃	T ₄	T ₇	T ₆
T ₇	T ₁	T ₆	T ₃
T ₆	T ₅	T ₄	T ₂
T ₅	T ₆	T ₅	T ₇

Fuente: Fuente elaboración propia.

4.3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el modelo del diseño de Bloques Completos al Azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones, en dos épocas de siembra, cuyo modelo es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + e_{ij}$$

Dónde:

μ = media general

β_i = efecto de bloques

α_j = efecto de tratamientos (variedades)

e_{ijk} = error experimental

4.3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis estadístico del experimento de cada localidad, se utilizó la técnica del análisis de varianza; para determinar la diferencia entre tratamientos se utilizó la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01. Además se realizó el análisis combinado de varianza considerando las dos épocas de siembra; para determinar las comparaciones de medias de tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan a un nivel de significancia de 0,05.

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Campo experimental

Largo	: 23 m
Ancho	: 23 m
Área total	: 529 m ²

Unidad experimental

Largo del tratamiento	: 5,75 m
Ancho del tratamiento	: 3,29 m
Área de unidad experimental	: 18,92 m ²

Bloque experimental

Largo	: 23 m
Ancho	: 5,75 m
Área	: 132,25 m ²
Número de plantas por línea	: 40
Número de plantas por unidad experimental	: 120
Separación entre línea	: 1,5 m
Distanciamiento entre plantas	: 0,20 m
Números de plantas por hectárea	: 22 222

4.3.10. VARIABLES EN EVALUACIÓN

a. Altura de planta (cm): Para medir esta variable se realizó desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja con una cinta métrica, se tomó 15 plantas por evaluación en madurez fisiológica por unidad experimental.

b. Longitud de panoja (cm): Se evaluó 15 plantas por unidad experimental, se midió con una regla la longitud desde la base de la panoja hasta el ápice de la panoja.

c. Ancho de panoja (cm): Se evaluó 15 plantas por unidad experimental, se midió con una regla se midió el tercio medio de la panoja.

d. Peso de panoja (g): Se evaluó panojas de 15 plantas por unidad experimental, se pesó en una balanza al final de la cosecha y luego se procedió a colocarlas la planta en conjunto en bolsas de papel kraf para su posterior secado.

e. Rendimiento de grano (kg/ha): Se obtuvo del peso del grano seco por parcela y por variedad, un grano seco y limpio. Se pesó en una balanza de precisión y se tomó en cuenta en su totalidad, los pesos se sacó en kg y luego se transformó a hectárea.

4.3.11. LABORES Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a. Preparación del terreno: Se realizó en forma manual con la utilización del motocultor, palas, picos y rastrillos para uniformizar el terreno, se removió a lo largo de la cinta de riego, para incorporar materia orgánica, luego se aplicó riegos cada tres día para una buena descomposición de la materia orgánica.

b. Toma de muestra (para análisis en laboratorio): Una vez preparado el terreno se procedió a tomar las muestras, se tomó 30 submuestras en toda la parcela experimental. La toma de muestras se realizó en zigzag, para luego homogeneizarla y obtener 1kg para el laboratorio.

c. Tendido de cintas de riego y marcado del terreno: Se utilizaron cintas nuevas, además se marcó el terreno con tablillas, para todos los tratamientos.

d. Selección y adquisición de semilla: La semilla se adquirió de la Estación Experimental Salcedo-INIA-Puno, semilla previamente seleccionada y certificada.

e. Siembra: Se realizó en dos épocas de siembra, con un margen de un mes, la primera siembra se realizó el quince de agosto del 2012, la segunda siembra el quince de setiembre del 2012. La densidad de siembra fue de 7 kg por ha.

f. Fertilización: La fertilización se realizó previamente interpretado el análisis de suelo, con nitrógeno en dos aplicaciones, fósforo y potasio antes de la siembra junto a la materia orgánica. Se utilizó la siguiente fórmula de abonamiento: 180-90-60 de N - P₂O₅ – K₂O respectivamente.

g. Riegos: La frecuencia de riego se realizó semanalmente, de acuerdo a la capacidad de campo y al estado fenológico del cultivo.

h. Deshierbos: Esta labor cultural se realizó permanentemente, dos veces por semana, para evitar la competencia de las malezas y el cultivo.

Malezas encontradas:

- Hierba gallinazo (*Chenopodium petiolare*)

- Yuyo o amaranto (*Amaranthus sp.*)
- Quinoa silvestre (*Chenopodium album*)
- Malva (*Malva sp.*)

i. Raleo o entresaque: Se realizó días después de la siembra, esta labor se realizó cuando las plantas de quinua tenían de 4 a 6 hojas verdaderas el cual se hizo con la finalidad de uniformizar la población de plantas, se entresacaron aquellas plántulas que no tenían el vigor necesario, las más pequeñas y/o débiles, etc.

j. Control fitosanitario: El control se realizó semanalmente con productos químicos contra larvas que atacaron las panojas, mosca minadora. También se aplicó algunos productos químicos para controlar el mildiu, mancha foliar de manera preventiva.

Plagas y enfermedades encontradas en campo:

- Gusano de tierra (Spodoptera ssp)
- Gusano de hoja (Prodenia ssp.)
- Pulgón (Aphisgossypii)
- Mosca minadora (Liryomiza huidobrensis)
- Mildiu (*Peronospora farinosa*).

k. Cosecha: La cosecha se realizó progresivamente cuando las plantas fueron llegando a su madurez fisiológica.

El corte fue en forma manual, con la ayuda de una tijera podadora, se me fue más fácil realizar el corte. Realizándose así el corte a la altura del cuello de la raíz de la planta, para luego ser evaluadas como según corresponda.

La primera cosecha realizada de la primera época fue a mediados de Diciembre del 2013, mientras en la segunda época fue a mediados de Enero del 2013. Las muestras estaban previamente identificadas, Se procede al secado en mantas para posteriormente realizar la trilla, venteado y por último realizar la evaluación correspondiente.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. TÉCNICAS APLICADAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se hizo la observación y recolección de la información durante todo el desarrollo de la planta hasta la cosecha. Para la recolección de datos se hizo mediciones con una cinta métrica del ancho y largo de la inflorescencia, así como se vio el peso en la balanza que registraba cada inflorescencia.

5.2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Se utilizaron los siguientes instrumentos de medición:

.Balanza

.Calculadora

.Wincha métrica

5.3. RESULTADOS

5.3.1. ALTURA DE PLANTA

Esta variable consta de las alturas de las plantas tomadas en campo, se presentan en el anexo1; el análisis de varianza individual de cada localidad se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza individual de altura de planta (cm) de siete variedades de quinua en dos épocas de siembra.

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		EPOCA 1	EPOCA 2
Bloques	3	64,317381	156,321429
Tratamientos	6	220,284107	1567,53571 **
Error exp.	18	155,688075	
TOTAL	27	CV=7,51%	CV=7,53%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5, del análisis de varianza de altura de planta, en las dos épocas de siembra, se observa que, no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques en ninguna de las épocas; para la primera época no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, lo

que indica que las variedades fueron similares con respecto a la altura de planta; para la segunda época se presentaron diferencias estadísticas para esta variable lo que significa que las variedades se diferencian en altura de planta. Para tener una visión completa de los resultados se procedió a realizar en análisis combinado.

Cuadro 6. Análisis de varianza combinado de altura de planta (cm) de siete variedades de quinua.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Bloques/Epoca	6	661,916429	110,3194		
Tratamientos	6	7227,963040	1204,6605	2,066	ns
Épocas	1	8,64285714	8,6428571	0,055	ns
T x E	6	3498,95589	583,15932	3,72	*
Error exp	36	5645,17107	156,81031		
Total	55	17042,6493			

Fuente: Elaboración propia

CV = 7,52%

El análisis de varianza combinado de altura de planta (cuadro 6), se observa que los factores bloques por épocas, tratamientos y épocas de siembra resultaron no significativos; la interacción de tratamientos por

épocas presentó significancia estadística, por lo que fue necesario realizar la comparación de medias de tratamientos para cada época, utilizando la prueba Duncan con un $\alpha = 0,05$.

Cuadro 7. Prueba de significación de Duncan de altura de planta (cm) de siete variedades de quinua para la época 1.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
1	Illpa-INIA	178,325	a
2	Salcedo-INIA	171,275	a b
3	Pasankalla	170,463	a b c
4	Blanca de Juli	162,438	b c
5	Kancolla	162,438	b c
6	Negra Collana	161,388	b c
7	Real	156,750	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de altura de planta para la época 1 (cuadro 7), muestra que el tratamiento T₃ (ILLPA-INIA) desarrolló la mayor altura de planta con 178,325 cm, seguido de los tratamientos T₁ (Salcedo-INIA) con 171,257 cm y T₅ (Pasankalla) con 170,463 cm, siendo

similares y superiores a los demás; los tratamientos con menor altura de planta fueron T₆ (Negra Collana) y T₇ (Real) con 161,388 cm y 156,75 cm respectivamente sin diferencia estadística entre ambos.

Cuadro 8. Prueba de significación de Duncan de altura de planta (cm) de siete variedades de quinua para la época 2.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
1	Illpa-INIA	222,906	a
2	Salcedo-INIA	214,094	a b
3	Pasankalla	213,078	a b c
4	Blanca de Juli	203,266	b c
5	Kancolla	203,047	b c
6	Negra Collana	201,734	b c
7	Real	195,938	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de altura de planta para la segunda época de siembra (cuadro 8), indica que los tratamientos T₃ (ILLPA_INIA) con 222,906 cm, T₁ (Salcedo INIA) con 214,094 cm y T₅ (Pasankalla) con 213,078 cm; desarrollaron las mayores alturas de planta,

pero son estadísticamente similares. Los tratamientos con menor altura de planta fueron T₆ (Negra Collana) con 201,734 cm y T₇ (Real) con 195,938 cm.

5.3.2. ANCHO DE PANOJA

Cuadro 9. Análisis de varianza individual de ancho de panoja (cm) de siete variedades de quinua.

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		EPOCA 1	EPOCA 2
Bloques	3	2,57318452	5,42857143
Tratamientos	6	77,81413690 **	7,47619048
Error exp.	18	6,30096230	7,53968254
TOTAL	27	CV = 15,62%	CV = 19,03%

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza individual de ancho de panoja para las dos épocas de siembra, muestra que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques; con respecto a los tratamientos se han encontrado diferencias altamente significativas, para la primera época de siembra; mientras que para la segunda época de siembra, los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí. Los coeficientes de

variabilidad fueron de 15,62% y 19,03 % para la primera y segunda época de siembra respectivamente.

Cuadro 10. Análisis de varianza combinado de ancho de panoja (cm) de siete variedades de quinua.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Bloques/Epoca	6	24,0052679	4,000878		
Tratamientos	6	201,2477680	33,541295	0,64	ns
Épocas	1	37,7036161	37,703616	5,45	*
T x E	6	310,4941960	51,749033	7,48	**
Error exp	36	249,1316070	6,9203224		
Total	55	822,5824550			

Fuente: Elaboración propia.

CV = 17,25%

El análisis de varianza combinado de ancho de panoja de siete variedades de quinua (cuadro 10), indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ni entre épocas; en cambio la interacción tratamientos por épocas resultó con alta significancia estadística.

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja (cm) de siete cultivares de quinua para la época 1.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
1	Illpa-INIA	20,30	a
2	Salcedo-INIA	19,75	a
3	Blanca de Juli	18,44	a
4	Negra Collana	17,50	a
5	Kancolla	16,43	a
6	Pasankalla	11,58	b
7	Real	8,5	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 11, de la prueba de significación de Duncan de ancho de panoja para la primera época de siembra, se observa, un grupo de tratamientos con los promedios estadísticamente similares, el tratamiento que alcanzó mayor promedio T_3 (Illpa – INIA), con 20,30 cm, seguido del T_1 (Salcedo INIA) con 19,75 cm, a continuación el tratamiento con mayor ancho de panoja fue T_2 (Blanca de Juli) con 18,44 cm; los T_6 y T_4 (Negra Collana – Kancolla) con 17,50 cm y 16,43 cm, se encuentran en el primer grupo. Con promedios inferiores a los demás

los T₅ y T₇ (Pasankalla y Real) con 11,58 cm y 8,50 cm, respectivamente, se ubican en un segundo grupo con los anchos de panoja más pequeños que fueron estadísticamente inferiores al primer grupo.

Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan de ancho de panoja (cm) de siete cultivares de quinua para la época 2.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
1	Kancolla	16,00	a
2	Pasankalla	15,75	a
3	Blanca de Juli	15,25	a
4	Real	14,50	a
5	Salcedo-INIA	14,00	a
6	Illpa-INIA	13,25	a
7	Negra Collana	12,25	a

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de ancho de panoja de siete variedades de quinua para la segunda época de siembra (cuadro 12), muestra que no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos; lo que indica que los anchos de panoja de las variedades evaluadas fueron similares.

Los resultados del presente estudio muestran, que el ancho de panojas de las variedades fueron diferentes entre la primera y segunda época de siembra; las variedades que presentaron menor ancho de panoja en la segunda época fueron T₃ (Illpa - INIA), T₁ (Salcedo – INIA), T₂ (Blanca de Juli), T₆ (Negra Collana), T₄ (Kancolla); las variedades que manifestaron un incremento en esta variable fueron T₅ (Pasankalla) y T₇ (real). Por lo que se puede precisar que el ancho de panojas varió entre la primera y segunda época de siembra.

5.3.3. LONGITUD DE PANOJA

Cuadro 13. Análisis de varianza individual de longitud de panoja (cm) de siete variedades de quinua

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		EPOCA 1	EPOCA 2
Bloques	3	38,1570321	104,702381
Tratamientos	6	218,1203650 *	480,559524 **
Error exp.	18	64,2098099	101,591270
TOTAL	27	CV = 11,79%	CV = 15,92%

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de varianza individual de longitud de panoja de siete variedades de quinua (cuadro 13), se aprecia no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques. Para la primera época de siembra, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, lo que implica que las variedades difieren en cuanto a la longitud de panoja; para la segunda época de siembra los resultados muestran que hubo alta significación estadística entre tratamientos. Para mayores precisiones, se pasó a realizar el análisis combinado.

Cuadro 14. Análisis de varianza combinado de longitud de panoja (cm) de siete variedades de quinua.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Bloques/Epoca	6	428,578239	71,429707		
Tratamientos	6	2124,772520	354,128570	1,03	ns
Épocas	1	300,070302	300,070302	3,62	ns
T x E	6	2067,306810	344,551140	4,16	**
Error exp	36	2984,419440	82,900549		
Total	55	7905,147311			

Fuente: Elaboración propia. CV = 13,87%

En el cuadro 14, del análisis de varianza combinado de longitud de panoja de siete variedades de quinua; se observa que los factores tratamientos y épocas fueron estadísticamente no significativos; la interacción tratamientos por épocas resultó ser altamente significativo que época de siembra influyó en la longitud de panoja de las variedades evaluadas.

A continuación se pasó a realizar la prueba de significación de Duncan para cada una de las épocas de siembra, para determinar el comportamiento de las variedades.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan de longitud de panoja de siete cultivares de quinua para la época 1.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
1	Negra Collana	75,88	a
2	Blanca de Juli	75,38	a b
3	Kancolla	71,69	a b
4	Salcedo-INIA	69,97	a b c
5	Illpa-INIA	65,50	b c d
6	Pasankalla	61,00	c d
7	Real	56,25	d

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 15, de la prueba de significación de Duncan para longitud de panoja para la primera época de siembra, se observa, que el tratamiento que alcanzó mayor promedio fue T₆ (Negra Collana), con 75,88 cm, seguido del T₂ (Blanca de Juli) con 75,38 cm, seguido del T₄ (Kancolla) con 71,69 cm, el T₁ y T₃ (Salcedo-INIA – Illpa-INIA) son estadísticamente similares entre sí, con 69,97 y 65,50 cm; los T₅ y T₇ (Pasankalla–Real) expresaron longitudes de panoja inferiores a las demás variedades con 61,00 y 56,25 cm, respectivamente.

Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan de longitud de panoja (cm) de siete variedades de quinua para la época 2.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
1	Pasankalla	79,75	a
2	Kancolla	73,24	a b
3	Salcedo-INIA	65,25	b c
4	Illpa-INIA	63,00	c
5	Negra Collana	61,25	c d
6	Blanca de Juli	52,50	d e
7	Real	48,25	e

Fuente:Elaboración propia.

En el cuadro 16, de la prueba de significación de Duncan para longitud de panoja de siete variedades de quinua para la segunda época de siembra; se observa que, el tratamiento que alcanzó mayor promedio fue el T₅ (Pasankalla), seguido por el T₄ (Kancolla), con 79,75 y 73,25 cm respectivamente; a continuación se ubican los T₁ y T₃ (Salcedo INIA–Illpa-INIA) con 65, 25 y 63,00 cm. Siendo estadísticamente similares entre sí. Los T₂ y T₇ (Blanca de Juli–Real) con 52,50 y 48,25 cm alcanzaron los promedios más bajos.

5.3.4. PESO DE PANOJA

Cuadro 17. Análisis de varianza individual de peso de panoja (g) de siete variedades de quinua

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		EPOCA 1	EPOCA 2
Bloques	3	194,988899	638,321429
Tratamientos	6	26165,6941 **	1278,750000
Error exp.	18	4383,94966	1705,988100
TOTAL	27	CV = 35,22 %	CV = 26,52%

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza individual de peso de panoja (Cuadro 17), muestra que, entre bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas para ninguna de las dos épocas de siembra, para tratamientos se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas únicamente para la época 1, es decir que los pesos de panoja difieren entre sí; lo que no ocurrió en la segunda época de siembra.

Cuadro 18. Análisis de varianza combinado de peso de panoja (g) de siete variedades de quinua.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Bloques/Epoca	6	2499,93098	277,77011		
Tratamientos	6	83478,38230	13913,06400	1,03	ns
Épocas	1	14523,81110	14523,81100	4,37	*
T x E	6	81188,28230	13531,38000	4,07	**
Error exp	36	109618,88000	3321,78420		
Total	55	291309,28668			

Fuente: Elaboración propia.

CV = 33,53%

El análisis de varianza combinado de peso de panojas de siete variedades de quinua (cuadro 18), muestra que no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamiento; para épocas se presentaron diferencias significativas; la interacción Tratamientos por épocas resultó con alta significación estadística, por lo que se asume que las épocas de siembra influyeron en el peso de panojas de las variedades.

Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan de peso de panoja (g) de siete variedades de quinua para la época 1.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (g)	Significancia
1	Salcedo-INIA	337,50	a
2	Illpa-INIA	215,00	b
3	Kancolla	185,00	b
4	Blanca de Juli	184,46	b
5	Pasankalla	170,94	b
6	Negra Collana	156,81	b
7	Real	66,00	c

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 19, de la prueba de significación de Duncan para peso de panoja (g), se observa, que el tratamiento que alcanzó mayor promedio fue T_1 (Salcedo-INIA) con 337,50 g mostrándose superior estadísticamente a las demás variedades; en segundo lugar se ubica T_3 (Illpa-INIA) con 215,00g, seguido del tratamiento T_4 (Kancolla) con 185,00g. el tratamiento T_2 (Blanca de Juli) con 184,46 g ocupa el cuarto

lugar, seguido de los T₅ y T₆ (Pasankalla, Negra Collana) con 170,94 g. y 156,81 g respectivamente, estos cinco últimos tratamientos sin diferencias estadísticas entre ellos; el T₇ (Real) con 66,00g presentó el menor promedio entre todos los tratamientos.

Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan de peso de panoja (g) de siete variedades de quinua para la época 2.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (g)	Significancia
1	Kancolla	192,50	a
2	Salcedo-INIA	160,00	a
3	Real	158,50	a
4	Blanca de Juli	150,00	a
5	Pasankalla	146,25	a
6	Negra Collana	144,00	a
7	Illpa-INIA	139,00	a

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de significación de Duncan de peso de panoja de siete variedades de quinua para la segunda época de siembra (cuadro 20), permite verificar que no se presentaron diferencias

estadísticas en el peso de panojas de las variedades. Sin embargo las variedades con mayor promedio fueron Kancolla (T4) con 192,50 g, Salcedo INIA (T1) con 160 g, y Real (T7) con 158 g.

5.3.5. RENDIMIENTO DE GRANO

Cuadro 21. Análisis de varianza individual de rendimiento de grano (kg/ha) de siete variedades de quinua

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		EPOCA 1	EPOCA 2
Bloques	3	1308898,810	522555,952
Tratamientos	6	613125,000 *	1159173,810 **
Error exp.	18	223759,921	174664,286
TOTAL	27	CV = 20,23%	CV = 17,46%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 21, del análisis de varianza individual de rendimiento de grano de siete variedades de quinua, se observa que, con respecto a los tratamientos se han encontrado diferencias estadísticas significativas, tanto en la primera época como en la segunda época de siembra, es decir que las variedades dieron rendimientos de grano diferentes entre sí.

Para determinar la influencia de las épocas de siembra se realizó el análisis combinado.

Cuadro 22. Análisis de varianza combinado de rendimiento de grano (kg/ha) de siete variedades de quinua.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sig
Bloques/Epoca	6	5494364,2900	610484,920		
Tratamientos	6	10115146,4000	1685867,700	19,50	**
Épocas	1	44578,5714	44578,571	0,22	ns
T x E	6	518646,4290	86441,071	0,43	ns
Error exp.	36	7171635,7100	199212,100		
Total	55	23344371,4000			

Fuente: Elaboración propia.

CV = 18,86%

En el cuadro 22, se muestra el análisis de varianza combinado de rendimiento de grano de siete variedades de grano de siete variedades de quinua, en el que el factor tratamientos resultó con alta significación estadística; para épocas de siembra y la interacción tratamientos por épocas no se encontraron diferencias estadísticas; lo que quiere decir que las épocas de siembra no influyeron de forma determinante en el rendimiento de grano de las siete variedades de quinua consideradas en el estudio.

Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano promedio (kg/ha) de siete variedades de quinua para la primera y segunda época de siembra.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (kg/ha)	Significancia
1	Kancolla	3112,50	a
2	Real	2702,50	a b
3	Illpa-INIA	2578,75	b c
4	Salcedo-INIA	2208,75	c
5	Pasankalla	2162,50	c d
6	Blanca de Juli	2045,00	d
7	Negra Collana	1750,00	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de rendimiento de grano promedio de siete variedades de quinua para la primera y segunda época de siembra (cuadro 23), muestra que el tratamiento T₄ (Kancolla) expresó los rendimientos de grano más elevados en promedio para la primera y segunda época de siembra, con 3 112,50 Kg/ha; a continuación en segundo lugar el T₇ (Real) dio un rendimiento de grano promedio de 2702,50 kg/ha, sin que existan diferencias estadísticas entre ambos; el T₃

(Illpa INIA) se ubica en el tercer lugar con un rendimiento promedio de 2578,75 kg/ha por hectárea sin tener diferencias estadísticas con el T₇ (Real). Las variedades Pasankalla con 2162,50kg/ha, Blanca de Juli con 2045,00 kg/ha y Negra Collana con 1750,00 kg/ha, dieron los menores rendimientos promedio de grano, con similitud estadística entre éstas.

5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

ALTURA DE PLANTA

Los resultados del presente estudio, muestran que la altura de planta de las variedades fue diferente con respecto a las épocas de siembra; en efecto todas las variedades fueron más altas en la segunda época de siembra con respecto a la primera. Respuesta que es atribuible a las condiciones climáticas principalmente las temperaturas que favorecieron un mayor crecimiento de las plantas en general durante la segunda época de siembra que fue en el mes de setiembre.

Resultados que conducen a considerar el efecto de las condiciones ambientales en esta diferencia, haciendo que las plantas desarrollen alturas superiores en la segunda época de siembra con respecto a la primera.

ANCHO DE PANOJA

Respecto a esta variable respuesta en ambas épocas resultaron con diferencias, para la primera época resultó con alta significación estadística para tratamiento, realizada la prueba de significación de Duncan para la primera época donde T₃ (Illpa- INIA) obtuvo mayor promedio con 20,30 cm de ancho de panoja, mientras que para la segunda época no resultó significativo, es decir no se encontró una respuesta directa.

Los resultados del presente estudio muestran, que el ancho de panojas de las variedades fueron diferentes entre la primera y segunda época de siembra; las variedades que presentaron disminución de su ancho de panoja en la segunda época fueron T₃ (Illpa INIA), T₁ (Salcedo INIA), T₂ (Blanca de Juli), T₆ (Negra Collana), y T₄ (Kancolla); las variedades que manifestaron un incremento en esta variable fueron T₅ (Pasankalla) y T₇ (Real). Por lo que se puede precisar que el ancho de panojas varió entre la primera y segunda época de siembra.

Estas diferencias, podrían estar relacionadas con las características de las variedades que respondieron de manera diferente a las condiciones ambientales presentes entre la primera época y la segunda época de siembra.

LONGITUD DE PANOJA

A partir del análisis de los resultados, se observa que las variedades respondieron de manera diferente a las condiciones de las épocas de siembra; de este modo entre la primera y segunda época de siembra, algunas mantuvieron su longitud de panoja con muy poca variación como T₄ (Kancolla), T₁ (Salcedo-INIA), T₃ (Illpa-INIA); otro grupo experimentó una cierta disminución como T₆ (Negra Collana), T₂ (Blanca de Juli), T₇ (Real); en tanto que la variedad Pasankalla incrementó su longitud de panoja. Este comportamiento de las variedades con respecto a las épocas de siembra, podrían estar relacionadas con el incremento progresivo de las temperaturas a partir del mes de agosto y que influyó en crecimiento de las panojas.

Además T₄ (Kancolla), es la que en las dos épocas está entre los tres promedios más altos con 71,69 cm y 73,25 cm respectivamente, lo que significaría que en la práctica se comportaría mejor en esta zona, ratificando lo que señala Mujica y Jacobsen (2001), sostienen que en la costa se comporta como precoz, ya que en la sierra es tardía, la temperatura sería uno de los factores que influye en esta variable.

PESO DE PANOJA

Respecto a esta variable de respuesta resultó significativo a nivel de tratamientos, realizado la prueba de significación de Duncan resultando en el orden de méritos T_1 (Salcedo INIA) con mayor promedio con un peso de 337,50 g. respectivamente para la primera época, seguido de T_3 (Illpa INIA) con un peso de 215 g; mientras que para la segunda época, las variedades no difieren entre sí.

Los resultados para la variable peso de panoja, pone en evidencia que las variedades estudiadas respondieron de manera diferente en relación a la época de siembra, en razón de que en la primera época de siembra, se encontraron diferencias en el peso de panoja entre variedades y en la segunda época los pesos de panoja entre variedades son similares estadísticamente.

RENDIMIENTO DE GRANO

Respecto a esta variable de respuesta el análisis de varianza individual indica que la significancia estadística encontrada para tratamientos, tanto para la primera como para la segunda época de siembra prueba que las siete variedades se diferenciaron en sus rendimientos de grano mostrándose unas más rendidoras que otras. Sin embargo el análisis combinado para las épocas de siembra, indica que cada una las

variedades dieron rendimientos similares entre la primera y segunda época de siembra.

Los resultados del presente experimento demuestran que las épocas de siembra no influyeron notoriamente en el rendimiento de grano de siete variedades de quinua consideradas en el estudio; debido probablemente a que las variaciones de temperatura, humedad relativa, horas sol entre las dos épocas de siembra (agosto – setiembre) no afectaron como para establecer diferencias en el rendimiento de cada una de las variedades.

En consecuencia la variedad Kancolla, junto a la variedad Real se comportaron como las más rendidoras de grano considerando conjuntamente las dos épocas de siembra.

Estos resultados podrían entenderse considerando, que todas las variedades utilizadas en el estudio provienen del altiplano peruano y a pesar de sus diferencias genéticas propias, respondieron de manera similar a las condiciones ambientales ocurridas en condiciones de campo; comportamiento que probablemente concuerde con lo investigado por Bertero et al. Y mencionado por Jacobsen (2001) quienes aseveran que cultivares procedentes del altiplano peruano son poco sensibles al fotoperiodo.

CONCLUSIONES

1. Las dos épocas de siembra (agosto y setiembre), influyeron en la altura de planta, ancho de panoja, longitud de panoja y peso de panoja de las siete variedades de quinua estudiadas.
2. Las variedades con mayor altura de planta tanto en la primera como en la segunda época de siembra fueron: Illpa INIA con 178,33 y 222,91 cm; Salcedo INIA con 171,28 y 214,09 cm; Pasankalla con 170,46 y 213,08 cm.
3. La variedad Kancolla mantuvo el ancho de panoja (16 cm) entre la primera y segunda época, las demás variedades mostraron una tendencia a disminuir en la segunda época con respecto a la primera, con excepción de Real que incrementó en 6 cm.
4. Las variedades que mantuvieron su longitud de panoja con muy poca variación en las dos épocas de siembra fueron: Kancolla, Salcedo INIA, Illpa INIA; en tanto que la variedad Pasankalla incrementó su longitud de panoja.
5. La variedad Salcedo INIA fue superior en peso de peso de panoja con 337,50 g en la primera época; las variedades fueron similares en peso de panoja en la segunda época de siembra.

6. Las épocas de siembra, no influyeron en el rendimiento de grano de las variedades; Kancolla rindió en promedio 3112,50 kg/ha para ambas épocas; Real 2702,50 kg/ha. Blanca de Juli con 2045 kg/ha y Negra Collana con 1750 kg/ha, fueron las menos rendidoras.

RECOMENDACIONES

1. En condiciones de la presente investigación, entre agosto y setiembre se recomienda sembrar la variedad Kancolla y Real por tener los mayores rendimientos.
2. Continuar investigando con la inclusión de otras variedades, para definir que variedades son idóneas en diferentes épocas de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P.C. (1999). Manejo de cultivo de quinua en el Perú. En Primer Curso Internacional sobre Quinua. Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinua. Proyecto Quinua/CIP-DANIDA, UNALM, UNA. Puno-Perú.
- Apaza, V; Delgado, P (2005). Manejo y Mejoramiento de quinua Orgánica. Puno-Perú.
- Avilés, H. (2003). Quinoa Orgánica Reduce el Colesterol. Documento electrónico. Disponible en dirección <http://www.australtemuco.cl>.
- Buckman, H. y Brady, N. (1993). Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial Limusa. México.
- Ccaso, E. (1999). Selección de cultivares rendidores de quinua en dos zonas agroecológicas de Puno. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNA. Puno-Perú.
- Dominguez Vivancos, A. (1990). El abonado de los cultivos. Agroguíasmundi-prensa. Madrid, España.

Fuentes, J. L. (1999). Manual práctico sobre utilización de Suelo y fertilizantes. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España

Gonzales, J. (1999). Eco fisiología y morfología del estrés debido a factores adversos. En Primer Curso Internacional de Fisiología de la Resistencia a Sequia en Quinoa. Proyecto Quinoa. Puno-Perú.

Jacobsen, Sven E. (2001) El potencial de la quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) para Europa. En Primer taller internacional sobre quinua. La Molina, Lima, Perú.

Mujica, A. y Canahua A. (1989). Fenología del cultivo de la quinua. Puno-Perú.

Mujica, A. y S.E. Jacobsen. 2000. Agrobiodiversidad de las Aynokas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) y la seguridad alimentaria. En: Seminario Agrobiodiversidad en la región andina y Amazónica. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura. (2009).

Martínez Ungría, O. (1989). Notas acerca de la Quinoa y el Amaranto. Cultivos Indígenas en Expansión.

Navarro, S., Navarro, G. (2003). Química Agrícola. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

Tapia, M. (1979). La quinua y la Kañiwa. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IICA.

Urbano, P. (1999). Tratado de fitotecnia general. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

Villalobos, F., Mateos, L., Orgaz, F., Fereres, E. (2002) Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

FLORES Y, E. 2005. Comportamiento de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) en condiciones de estrés salino”.

AQUINO A, L. 2006. Rendimiento de diez cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) en la provincia de Tarata”.

PILCO M, M. 1996. Comparativo de rendimiento de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.) en condiciones de la cooperativa hospicio 60 de la Yarada”.

ANEXOS

ANEXO 1

Datos originales de altura de planta (cm), primera época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	168,30	164,00	170,30	182,50	171,2750
2	162,00	166,25	169,00	153,20	162,6125
3	182,00	190,00	173,00	168,30	178,3250
4	169,00	157,50	165,00	158,25	162,4375
5	165,00	170,25	177,35	169,25	170,4625
6	171,25	159,30	153,50	161,50	161,3875
7	128,00	142,00	184,00	173,00	156,7500

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

Datos originales de ancho de panoja (cm), primera época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	20,00	23,00	19,00	17,00	19,75
2	23,00	15,25	18,75	16,75	18,4375
3	15,20	21,00	23,00	22,00	20,30
4	14,20	20,00	16,50	15,00	16,4250
5	10,25	11,30	13,25	11,50	11,5750
6	18,75	17,50	16,75	17,00	17,50
7	7,00	8,00	9,00	10,00	8,50

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3

Datos originales de longitud de panoja (cm), primera época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	62,38	64,90	70,30	82,30	69,97
2	80,75	75,25	71,00	74,50	75,375
3	66,00	72,00	74,00	50,00	65,50
4	88,00	67,50	63,00	68,25	71,6875
5	53,50	66,75	63,25	60,50	61,00
6	80,25	78,25	73,25	71,75	75,875
7	60,00	62,00	55,00	48,00	56,25

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4

Datos originales de peso de panoja (g), primera época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	500	350	200	300	337.50
2	178,75	182,5	180,35	196,25	184,4625
3	100,00	300,00	260,00	200,00	215,00
4	150,00	160,00	250,00	180,00	185,00
5	130,50	180,25	198,00	175,00	170,9375
6	152,25	137,50	163,50	174,00	156,8125
7	62,00	52,00	70,00	80,00	66,00

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5

Datos originales de rendimiento (kg/ha), primera época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	2000	2100	2500	2300	2225
2	1800	1300	2250	2800	2037,5
3	2300	2400	1900	3500	2525
4	3800	2300	2500	3500	3025
5	1800	1300	2300	2800	2050
6	1800	1200	2800	1900	1925
7	3000	1900	2300	3100	2575

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6

Datos originales de altura de planta (cm), segunda época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	170,00	180,00	160,00	187,00	174,25
2	146,00	150,00	170,00	162,00	157,00
3	155,00	157,00	160,00	184,00	164,00
4	180,00	142,00	172,00	180,00	168,50
5	196,00	206,00	210,00	190,00	200,50
6	168,00	176,00	177,00	159,00	170,00
7	121,00	134,00	153,00	130,00	134,50

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7

Datos originales de ancho de panoja (cm), segunda época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	18,00	13,00	10,00	15,00	14,00
2	18,00	10,00	15,00	18,00	15,25
3	14,00	13,00	15,00	11,00	13,25
4	14,00	18,00	15,00	17,00	16,00
5	17,00	15,00	18,00	13,00	15,75
6	12,00	12,00	13,00	12,00	12,25
7	17,00	18,00	13,00	10,00	14,50

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 8

Datos originales de longitud de panoja (cm), segunda época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	84,00	75,00	56,00	46,00	65,25
2	58,00	58,00	43,00	51,00	52,50
3	55,00	70,00	58,00	69,00	63,00
4	82,00	76,00	70,00	65,00	73,25
5	70,00	87,00	72,00	90,00	79,75
6	70,00	57,00	58,00	60,00	61,25
7	39,00	43,00	48,00	63,00	48,25

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 9

Datos originales de peso de panoja (g), segunda época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	247,00	142,00	106,00	145,00	160,00
2	104,00	180,00	136,00	180,00	150,00
3	150,00	180,00	136,00	90,00	139,00
4	180,00	190,00	200,00	200,00	192,50
5	117,00	108,00	200,00	160,00	146,25
6	160,00	120,00	176,00	120,00	144,00
7	210,00	113,00	170,00	141,00	158,50

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 10

Datos originales de rendimiento (kg/ha), segunda época de siembra

T	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
1	2200	2100	2150	2320	2192,5
2	1340	1850	2120	2900	2052,5
3	2500	2800	1930	3300	2632,5
4	3900	3100	2300	3500	3200
5	2500	2300	2300	2000	2275
6	1800	1350	1350	1800	1575
7	3200	3000	2120	3000	2830

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 11

VISTA PANORAMICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL



ANEXO 12

GRANO DE LAS 7 VARIEDADES ESTUDIADAS

