

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 12 VARIEDADES DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa*, Willd.) EN SIEMBRA DE
INVIERNO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL
AGRÍCOLA III "LOS PICHONES"
TACNA - 2013**

TESIS

Presentada por:

Bach. Lucila Quispe Manzano

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 12 VARIEDADES DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa*, Willd.) EN SIEMBRA DE INVIERNO,
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III
“LOS PICHONES” - TACNA 2013”**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 12 DE DICIEMBRE DEL 2014,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. MAGNO ROBLES TELLO

SECRETARIO:



Dr. OSCAR FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:



MSc. NELLY ARÉVALO SOLSOL

ASESOR:



MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

A DIOS, por bendecirme siempre.

A mis padres queridos, A ti mamita querida Dionicia Manzano que desde el cielo me cuida y bendice mi camino. A mi padre querido Juan Quispe por darme fuerzas y aconsejarme para seguir adelante a ustedes padres queridos dedico este trabajo, gracias por quererme tanto y apoyarme siempre.

A mis hermanos Adan y Aurora Quispe, Gracias hermano por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente en la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Al M.Sc Niurda Núñez Torreblanca, por su asesoría y colaboración incondicional en la realización y culminación del presente trabajo.

Ala M.Sc Nelly Arévalo Solsol por sus consejos de lucha, perseverancia y cariño incondicional a Ud. profesora muchas gracias.

A mis profesores, por tenerme paciencia durante mi etapa de estudiante Prof. Arístides Choquehuanca, Julia Condori Silvestre, Magno Robles, Oscar Fernández.

A mis compañeros de estudios con los cuales compartí bonitas experiencias e inolvidables momentos en Moquegua y Tacna. A mi amigo especial Cesar Augusto Marca Ocaña

CONTENIDO

Resumen

Introducción01

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.....03

1.2. Formulación del problema.....05

1.3. Delimitación de la Investigación05

1.4. Justificación06

1.5. Limitaciones.....08

CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo.....09

2.1.1. Objetivo general09

2.1.2. Objetivo específico.....09

2.2. Planteamiento de hipótesis.....09

2.3. Planteamiento de variables.....10

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Aspectos Generales del Cultivo de Quinoa.....	11
3.1.1. Origen	11
3.1.2. Investigación de la Quinoa en el Perú	12
3.1.3. Aspecto Fisiológico de la planta	15
3.1.4 Variedades de quinua.....	16
3.1.5. Clasificación Taxonómica.....	20
3.1.6. Características Morfológicas.....	20
3.1.7. Fases fenológicas del cultivo	27
3.1.8. Requerimientos Necesarios para la producción de Q	33
3.1.9. Valor nutricional de la Quinoa.....	37
3.1.10. Producción de quinua.....	41
3.1.11. Rendimiento de quinua.....	43
3.1.12 Características del grano de quinua para la exportación.....	45
3.1.13 Productividad de quinua en la costa.....	47
3 .2. Marco Referencial.....	49

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de investigación	53
4.2. Población y muestra	53
4.3. Materiales y métodos.....	53

4.3.1. Material Experimental	53
4.3.2. Método de Estudio.....	55
4.3.3. Recolección de datos de las Variables.....	68
4.3.4. Características de los genotipos seleccionados	70
4.3.5. Análisis estadístico	75

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Rendimiento de grano.....	77
5.2. Fenología de 12 variedades de quinua.....	80
5.3. Altura de planta.....	84
5.4. Longitud de panoja.....	86
5.5. Ancho de panoja.....	88
5.6. Rendimiento de materia seca por planta.....	91
Conclusiones	94
Recomendaciones	96
Referencias bibliográficas.....	97
Anexos	103

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01	Comparativo, características alimentarias de la quinua (%). (valor nutritivo por cada 100 gramos promedio)	38
Cuadro 02	Comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos (kg)	40
Cuadro 03	Comparativo de los componentes de la quinua con otros productos (kgs)	41
Cuadro 04	Rendimiento promedio kg/ha	43
Cuadro 05	Requisitos que debe cumplir la quinua porcentajes máximos en peso.	45
Cuadro 06	Clasificación por el tamaño de grano en función del diámetro.	47
Cuadro 07	Análisis de suelo	57
Cuadro 08	Datos meteorológicos de la estación experimental SENAMHI	59

Cuadro 09	Análisis de variancia de rendimiento de grano de doce variedades de quinua (kg/ha)	77
Cuadro 10	Prueba de significación de DUNCAN de rendimiento de grano de doce variedades de quinua ($\alpha = 0,05$).	78
Cuadro 11	Fenología de doce variedades de quinua (días)	80
Cuadro 12	Análisis de variancia de altura de planta (m) de doce variedades de quinua	84
Cuadro 13	Prueba de significación de DUNCAN de altura de planta de doce variedades de quinua ($\alpha=0,05$).	85
Cuadro 14	Análisis de variancia de longitud de panoja (cm) de doce variedades de quinua	86
Cuadro 15	Prueba de significación de DUNCAN de longitud de panoja de doce variedades de quinua ($\alpha=0,05$).	87
Cuadro 16	Análisis de variancia de ancho de panoja (cm) de doce variedades de quinua	88
Cuadro 17	Prueba de significación de DUNCAN de ancho de panoja de doce variedades de quinua ($\alpha=0,05$).	89

Cuadro 18	Análisis de variancia de rendimiento de materia seca (gr) por planta de doce variedades de quinua	91
Cuadro 19	Prueba de significación de DUNCAN de rendimiento materia seca por planta de doce variedades de quinua ($\alpha=0,05$).	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 01	Comportamiento de la producción y superficie cosechada	42
Figura 01	Rendimiento promedio (Kg/ha)	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01	Datos originales de altura de planta en metros	104
Anexo 02	Datos originales de rendimiento de grano en kg/ha	105
Anexo 03	Datos originales de rendimiento de materia seca por planta en gramos	106
Anexo 04	Datos originales de longitud de panoja en cm	107
Anexo 05	Datos originales de índice de cosecha	108
Anexo 06	Datos originales de ancho de panoja en cm	109

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se ejecutó en condiciones de campo, entre los meses de julio a diciembre del 2013, a una altitud de 535 msnm. El objetivo fue comparar el rendimiento de grano de doce variedades de quinua, en siembra de invierno en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones”, de la Escuela de Agronomía – Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Jorge Basadre de Tacna; El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar, con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos permiten concluir que: las variedades más rendidoras de grano en siembra de invierno fueron: Sacaca con 6,975 kg/ha, Witulla con 5,670 kg/ha y Chullpi con 3 280 kg/ha. Simultáneamente se comportaron como las más tardías con períodos vegetativos de 152, 143 y 123 días respectivamente. Las variedades Pandela con 88 días, Real Boliviana con 98 días y Pasancalla con 111 días de período vegetativo, se comportaron como precoces. Las variedades con mayores alturas de planta fueron: Sacaca con 2,068 m, Witulla con 1,611 m. Las variedades con menores altura de planta fueron: Real Boliviana y Pandela.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) se cultiva en zonas áridas y semiáridas de los Andes. Tiene una gran adaptabilidad, tanto en latitud como en altitud, encontrándose en el Perú desde Tacna hasta Piura, y desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altura.

Por sus características nutricionales, contenido de proteínas, vitaminas y minerales, constituye una de las bases en la alimentación del poblador alto andino. La quinua es una de las especies domesticadas y cultivadas en el Perú desde épocas prehispánicas, en particular en la cuenca del Lago Titicaca, que es el principal centro de origen. Allí se ha conservado la mayor diversidad biológica de esta especie través de ingeniosos sistemas de cultivo, así como una cultura alimentaria que incorpora este valioso grano andino la dieta familiar.

A nivel nacional se conocen alrededor de 100 cultivares de quinua, cuyos granos presentan variados tamaños y colores, los cuales son preparados de diversas maneras para su consumo directo y transformados en múltiples derivados.

La quinua tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a climas desde el desértico hasta climas caluroso y secos, pueden crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y soporta temperaturas desde -4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm.

El cultivo de quinua está en expansión, siendo sus principales productores Bolivia, Perú, Estados Unidos, Canadá, La quinua también se cultiva en Inglaterra, Suecia, Dinamarca, los Países Bajos, Italia y Francia. Recientemente Francia lo reporta.

En 1996 la quinua fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no sólo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), es una especie originaria de los andes peruanos, que posee múltiples cualidades nutracéuticas y alto contenido de proteínas (12 a 20%), vitaminas y minerales (calcio, fósforo y hierro). El balance de los aminoácidos esenciales es muy similar al de las caseínas (proteína de la leche animal).

La quinua se ha mantenido sobre todo como un cultivo de auto consumo, la falta de promoción era un problema al cultivo y su consumo a nivel comercial, esto se debe a diversos factores, en primer lugar los costos y la baja productividad lo hacen poco rentables; por otro lado la falta de promoción de una de sus cualidades nutritivas, la idea prejuiciosa de ser un poco sabrosa contribuye a que su valoración como alternativa alimentaria sea diferente; Ahora se promociona más y se valora sus propiedades nutricionales, con esto da lugar a mayor demanda comercial y mayores campos de cultivo, es así que este cultivo no solo se siembra

en la sierra sino que también en la costa, con esto veremos el comportamiento del cultivo en la costa y comprobar que variedades se adaptan mejor en Tacna.

El valle de Tacna posee notables condiciones climáticas favorables para el cultivo de la quinua, debido a su clima subtropical árido, sus pocas variaciones de temperatura y ubicación geográfica le permitirían obtener buenos rendimientos, pero a pesar de esas ventajas el área cultivada es casi inexistente.

Uno de los problemas es que todavía no está bien difundida las variedades que tienen altos rendimientos, para condiciones de costa sur del Perú, entonces con este trabajo lo que se pretende es observar que variedad es la que alcanza los más altos rendimientos, promisorios como resultados preliminar para posteriores investigaciones.

Este trabajo de investigación tiene como propósito contribuir con el desarrollo agronómico en la región de Tacna, con un cultivo milenario, que en estos tiempos se puso de moda por su alto contenido nutricional y comercial como una alternativa de cultivo y próspero en la región Tacna.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desconocimiento de cultivos andinos en la ciudad de Tacna y a la vez el desconocimiento de las variedades comerciales que son conocidas solo por el agricultor alto andino, mas no por el agricultor costeño es que se hace este trabajo de investigación para dar a conocer las variedades y ver el rendimiento de cada una de ellas, otro seria el no consumo de la quinua por parte de las personas en el departamento de Tacna es como principal causa, se tiene que el precio de la quinua es alto, desconocen el gran valor nutritivo que tiene la quinua, desconocen las propiedades re generativas que tiene la quinua y las variedades existentes y rendimiento de cada una de ellas.

1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Temporal

Es el comparativo de rendimiento de 12 variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) en siembra de invierno, en julio del 2013

- Espacial

Este trabajo de investigación se realizó en el Cetro Experimental Agrícola III “Los Pichones”. De la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación que se llevó a cabo con la finalidad de contribuir el desarrollo agrario en la región Tacna, con un cultivo milenario, que en estos tiempos se puso de moda por su alto contenido nutricional y comercial como una alternativa de cultivo próspero en la región de Tacna.

Este proyecto ayudará a los agricultores dándoles ideas de nuevos cultivos de productos de la región andina como la quinua (cuya siembra genera un múltiple aprovechamiento de recursos), fomentando un cultivo tradicional que forma parte de nuestra cultura. A la población en general, le brindará una opción novedosa de productos que le permite aprovechar las bondades nutritivas de la quinua (Cueca, Montenegro, 2004).

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. El almidón, que forma gránulos pequeños, tiene varias aplicaciones industriales

potenciales. Los posibles productos industriales de quinua sugeridos son harina, almidón, excipientes en la industria plástica, talcos y polvos anti-offset y proteínas complementarias para mejorar el equilibrio de aminoácidos de los alimentos humanos y animales. Las saponinas quizás sean interesantes como insecticidas, antibióticos y fungicidas, y también utilizadas en la industria farmacéutica, sugerido como un mediador de la permeabilidad intestinal, que podría ayudar la absorción de medicamentos específicos, y para reducir el nivel del colesterol. Además se pueden utilizar semillas tostadas o extruidas para hacer dulces, snack, leche etc. (Galwey, 1993)

Desde el punto de vista nutricional y alimentario, los granos andinos constituyen la fuente natural de proteínas vegetal económica. Los granos son altamente nutritivos y se caracterizan por su alto contenido de proteínas de alta calidad (14%-22%), ricas en aminoácidos esenciales, como lisina, metionina y treonina; rica en vitamina A, B2 y E y los minerales calcio, hierro, cobre y zinc. Su alto contenido de hierro es importante para el combate de la anemia. Estas características hacen de la quinua, kiwicha y cañihua sean cultivos muy importantes en lo que se a seguridad alimentaria se refiere (Vásconez, 1988; Collazos, 1993; Repo-Carrasco et al., 2001).

Pera presentar este trabajo se ha visto y revisado que no hay trabajos de investigación con respecto a las variedades comerciales de quinua, por esta razón es necesario este trabajo para que sirva como base para otros trabajos posteriores, por tal motivo se decidió realizar la siguiente investigación denominada: Comparativo de rendimiento de 12 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa willd*). Para lo cual nos trazamos este objetivo.

1.5 LIMITACIONES.

Existen dificultades para obtener semilla de quinua por no existir bancos de germoplasma en la región.

CAPITULO II

OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general:

Evaluar el comportamiento de variedades de quinua, en condiciones de invierno en la costa de Tacna.

2.1.2. Objetivo específico:

- Comparar el rendimiento de grano de doce variedades de quinua, en siembra de invierno en el Centro Experimental Agrícola III "Los Pichones" - Tacna - 2013.

2.2. HIPOTESIS

Las variedades de quinua en siembra de invierno expresarán rendimientos de grano diferentes en función de su capacidad productiva.

2.3. VARIABLES.

Después de haber planteado y formulado el problema; lo que se pretende es dar una respuesta tentativa de soluciones favorables, es por eso que se ha visto las características fenológicas (emergencia, las dos primeras hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas seis hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas, ramificación, panojamiento, floración, grano lechoso , grano pastoso, y madures fisiológica), altura de planta, longitud de panoja, ancho de panoja, rendimiento de grano, peso de planta, materia seca.

CAPITULO III

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

3.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE LA QUINUA

3.1.1. ORIGEN

La quinua es una planta andina procedente de los alrededores del lago Titicaca, ubicado en Perú y Bolivia. Las teorías sobre el origen de la quinua son disímiles. Según evidencias arqueológicas del norte chileno, por ejemplo, la quinua fue utilizada 3,000 años antes de Cristo, mientras que hallazgos en la zona de Ayacucho, en el Perú, indicarían que la domesticación de la quinua ocurrió incluso 2 mil años antes (Mujica 2007).

Sin embargo, son pocas las evidencias arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quinua. Por el contrario, sí existen evidencias claras de la distribución de los parientes silvestres, lo que posiblemente demuestra que su domesticación tomó mucho tiempo, en un proceso que probablemente se inició como una planta usada por sus hojas en la alimentación y luego por las semillas. Posteriormente, la especie fue adaptada a diferentes condiciones agroclimáticas, haciendo

que la planta presente una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm (Mujica, Izquierdo, & Marathee 2007).

Manifiestan que *Chenopodium quinoa* habría evolucionado independientemente en Sudamérica sin influencia de las especies del norte, siendo los posibles progenitores *Chenopodium hircinum* de tierras bajas o una especie silvestre extinguida de los Andes, que pudo haber sido desplazada o asimilada por el acompañamiento silvestre (Wilson, 1979)

3.1.2. INVESTIGACIONES DE LA QUINUA EN EL PERÚ

Tapia 1999. En la actualidad es el país donde más campesinos cultivan y consumen la quinua y donde se ha seleccionado un número elevado de variedades. En la región de los valles interandinos se le encuentra cultivada dentro de campos de maíz y habas, o como borde de cultivos de papa. Pero es en las tierras altas, donde no se da el maíz, que su cultivo adquiere mayor importancia.

En Cajamarca se acostumbra sembrar 6 a 10 surcos de maíz seguidos por uno de quinua. En el valle del Mantaro y la parte alta de Jauja, se siembran las variedades Blanca y Rosada de Junín, de granos muy uniformes y bajo contenido de saponina. En el valle entre Cuzco y

Sicuani, a alturas de 3,000 – 3,600 m con precipitación de más de 500 mm, se cultiva la "Amarilla de Maranganí", cuyos rendimientos pueden sobrepasar los 2,000 kg/ha. La variedad Blanca de Junín se ha adaptado plenamente a las condiciones de Anta en el Cuzco a 3,700 m.

La quinua adquiere realmente importancia en el Altiplano del Collao, departamento de Puno, sobre los 3,800 m, donde no se puede producir maíz. Las parcelas de cultivo de quinua aparecen en las pequeñas quebradas o terrenos cercanos a lagunas o al lago Titicaca. Alrededor de la laguna de Orurillo se ha seleccionado la variedad Cheweca, que produce un grano pequeño, casi dulce, muy suave y especial para elaborar harinas. De la región de Cabanillas procede, la variedad Kanccolla (del Collao), de granos casi dulces que tiene altos rendimientos. La variedad denominada "arroz jiura" de granos pequeños, denominada como Blanca de Ayaviri muy blancos y dulces.

Finalmente, en el lado peruano del lago está difundido un ecotipo denominado "Blanca de Juli". Otros ecotipos locales incluyen las quinuas "Chullpi" de grano transparente, al igual que en el maíz.

Según la Dirección General de Estadísticas del Perú, el cultivo de la quinua cubría más de 42.000 has en el año 1951, pero esta superficie fue disminuyendo y solo en las últimas décadas se ha logrado recuperar en

más de 35.000 has. De esta superficie, más del 75% está concentrada en el departamento de Puno, al suroeste del país, en el altiplano que limita con Bolivia (Tapia, 1999).

A partir de la década del 70, la investigación comenzó a realizarse en campo de agricultores bajo la modalidad de parcelas demostrativas, y es a mediados de la década del 80, cuando se empieza a considerar también las condiciones naturales, sociales, económicas y culturales de los agricultores, bajo el enfoque de sistemas. Los resultados y conclusiones evidencian que la quinua presenta una amplia variabilidad genética y es un alimento importante por la calidad de aminoácidos esenciales, adaptados a diferentes pisos altitudinales y su resistencia, resistente a sequías, salinidad y bajas temperaturas (heladas). En la actualidad se han identificado las plagas y enfermedades y su correspondiente control y se dispone de alternativas tecnológicas relacionadas con las prácticas agronómicas más adecuadas, como preparación de suelo, métodos y densidad de siembra, fertilización, control de malezas, sistemas de cosecha, estudios de procesamiento. Se ha identificado, asimismo, la herencia de varios caracteres cualitativos de utilidad, así como los mecanismos reproductivos del cultivo. Todo lo cual se encuentra documentado en diferentes publicaciones del INIA y universidades nacionales del país (Mujica, 1999).

En la actualidad, el INIA realiza investigación en quinua en estaciones experimentales, ubicadas estratégicamente en las zonas agroecológicas más importantes de los Andes del Perú. Dicha investigación busca generar tecnologías adecuadas a las condiciones agroecológicas y zonas de influencia de cada estación experimental.

3.1.3. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PLANTA

Investigaciones recientes permitieron determinar la existencia de un sistema enzimático de fijación de CO₂ en diversas plantas. Actualmente este sistema es muy importante en agricultura, por la eficiencia que tienen las plantas C₄ en la fijación CO₂, frente a intensidades luminosas altas y temperaturas elevadas, velocidad de reacción fotosintética, utilización de agua, translocación de azúcares y su comportamiento frente a herbicidas.

La quinua ha sido clasificada como una planta de tipo C₃ o ineficiente, considerándose entre aquellas que fijan el CO₂ por medio de la enzima RuDP carboxilasa y que forman un primer compuesto estable tricarbonatado.

Su sistema sería ineficiente en la fijación del CO₂, a diferencia de otros cultivos como la caña de azúcar, que son del tipo C₄. Esta determinación se efectuó en base al tipo anatómico de las hojas,

fundamentalmente por la ausencia de la vaina de los haces y la presencia bien definida del parénquima clorofiliano de empalizada (Zvietcovitch, 1976; Gandarillas, 1979).

3.1.4. Variedades de la quinua y diversidad genética

La región Andina es considerada como uno de los ocho centros de origen y de diversidad de los cultivos. Es el lugar donde existe la mayor diversidad genética de quinua tanto silvestre como cultivada que todavía se pueden encontrar en condiciones naturales y en campos de cultivo de los agricultores andinos.

Entre los cultivos andinos, la quinua recibió la mayor dedicación y apoyo principalmente en Ecuador, Perú y Bolivia. Las evaluaciones de la variabilidad genética disponible permitieron agrupar a las quinuas en 5 grupos mayores según sus características de adaptación y algunas morfológicas de alta heredabilidad, fácilmente detectables y capaces de mantenerse en toda el área de difusión.

Ecotipos

Los ecotipos se diferencian por sus caracteres agronómicos desde hace bastante tiempo, los agricultores de las comunidades campesinas han cultivado una elevada variabilidad de ecotipos de quinua:

A nivel del mar, del valle, del altiplano, de suelos salinos, sub-tropicos.

En puno se encuentra una numerosa diversidad de ecotipos de quinua, con alta variabilidad genética, registrada en el Banco de germoplasma de la Estación Experimental Illpa- Puno INIA

Variedades mejoradas

Las variedades mejoradas son el resultado de un mejoramiento sistemático, puede ser por selección o por hibridación (cruzas). El proceso de desarrollar una nueva variedad de quinua toma bastante tiempo, de cinco a nueve generaciones según el método de mejoramiento. La vida útil de una variedad está condicionada principalmente por factores bióticos adversos en una determinada zona (Puno, INIA, 2010).

Quinuas de valles interandinos

Son las que se adaptan entre los 2,500 a 3,500 msnm, se caracterizan por su alto desarrollo hasta 2,5 m o más de altura y con muchas ramificaciones con inflorescencia laxa y que normalmente presentan resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa*) (Lescano, 1989).

Quinuas altiplánicas

Crece en lugares aledaños al lago Titicaca a una altura de 3,800 m.s.n.m., estos cultivos se caracterizan por tener buena resistencia a las heladas, son bajos en tamaño, no ramificados (tienen un solo tallo y panoja terminal que es glomerulada densa), llegan a tener una altura de 1,00 a 2,00 m., con periodo vegetativo corto, se tiene quinuas precoces como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, semi-tardías: blanca de Juli, tardías: como la kancolla, Chewecca, Tahuaco, Amarilla de Marangani (Martínez, 1989).

Quinuas de los salares

Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, la zona más seca con 300 mm de precipitación. Se cultiva como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad. Son quinuas con el mayor tamaño de grano (> a 2,2 mm de diámetro), se las conoce como "Quinoa Real" y sus granos se caracterizan por presentar un pericarpio grueso y con alto contenido de saponina (Tapia, 1990).

Quinuas al nivel del mar

Crece en el Sur de Chile, son en su generalidad no ramificadas y los granos son de color amarillo a rosados y a su vez amargas, como en el Sur de Chile en Concepción, las quinuas se caracterizan por tener un período largo y la coloración de los granos de color verde intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado (Martínez, 1989).

Quinuas sub-tropicales

Crece en los valles interandinos de Bolivia, se caracterizan por ser plantas de color intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado (Martínez, 1989).

3.1.5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow (Tapia, 1979)

Reyno : Vegetal

División : Fanerógamas

Clase : Dicotiledóneas

Sub-clase: Angiospermales

Orden :Centrospermales

Familia :Chenopodiceas

Género :Chenopodium

Especie: Chenopodium quinua Willd.

3.1.6. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La quinua es una planta herbácea anual, presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm, desde zonas áridas, hasta zonas húmedas y tropicales desde zonas frías hasta templadas y

cálidas; muy tolerantes a los factores abióticos adversos como son sequía, helada, salinidad de suelo y otros que afectan a las plantas cultivadas.

Su periodo vegetativo varía desde los 90 a los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2,600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4,5 Hasta alcalinos con pH de 9,0 sus semillas germinan hasta con 56 mmhos/cm de concentración salina, se adapta a diferentes tipos de suelos desde arenosos hasta arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillento anaranjado, granate y demás gamas que se puede identificar (Mujica, 1988).

a.- 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).

b.- 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(Mujica, 1988).

Cuando se tiene plantas monopodicas (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, 1988).

c.- 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 polimorfos, 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, 1988).

d.- 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 glomerulada, 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, sume compactas o semilaxas y laxas (Mujica, 2000).

e.- 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).

f.- Fruto

Es un aquenio, que deriva de un ovario súpero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1,5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es de 14,5% (Gallardo, 1997).

g.- Semilla

Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa

externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células (Villacorta y Talavera, 1976).

El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30% del volumen total de la semilla el cual envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados, es de color amarillento mide 3,54 mm de longitud y 0,36 mm de ancho (Carrillo, 1992), en algunos casos alcanza una longitud de 8,2 mm de longitud y ocupa el 34 % de toda la semilla y con cierta frecuencia se encuentran tres cotiledones (Gallardo; 1997), en forma excepcional a otras semillas, en ella se encuentra la mayor cantidad de proteína que alcanza del 35-40% , mientras que en el perisperma solo del 6,3 al 8,3 % de la proteína total del grano (Ayala, 1977); la radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro

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 arrasado 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).

3.1.7. 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 continuos (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

Son cuando después de las hojas cotiledonales aparecen dos hojas extendidas en forma romboidal y aparece el siguiente par de hojas en forma de botón, ocurre a los 15 a 20 días después de la siembra (Mujica, y Canahua, 1989).

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

En esta fase se observa las ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y deja cicatriz en el tallo; se nota la presencia de la inflorescencia protegidas por las hojas adultas. La fase comprende de 45 a 50 días de la siembra (Mujica, Canahua, 1989).

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 amarilla miento 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 reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor (Gonzales, 1999).

h. Inicio de floración

Generalmente ocurre de 75 a 80 días de la siembra, cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados; esta fase muy sensible al efecto de la sequía y helada (Mujica y Canahua, 1989).

i. Floración o Antesis

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 90 a 80 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 auto polinizada, siempre en cuanto no haya presencia de heladas (Gonzales, 1999).

j. Grano lechoso

Indica que los frutos al ser presionados explotan fácilmente, dejando salir un líquido lechoso; ocurre entre los 100 a 130 días de la siembra y las plantas son muy sensibles a la deficiencia de agua (Mujica, y Canahua, 1989).

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 (lluvia) (Gonzales, 1999).

m. 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).

3.1.8. REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE QUINUA

Las plantas requieren para su desarrollo, una combinación favorable de varios elementos y factores ambientales, de acuerdo con exigencias específicas para cada cultivo. Si estos factores no ocurren en condiciones apropiadas pueden ser consideradas como factores limitantes de la producción. Entre los principales factores medioambientales que influyen en el rendimiento de un cultivo se mencionan: agua, temperatura, pH, suelo, fotoperiodo, altitud, radiación solar etc. Los principales procesos fisiológicos involucrados en la producción de biomasa se encuentran: crecimiento, desarrollo, producción y distribución de asimilados; todos estos procesos determinan el rendimiento biológico de un cultivo, pero a su vez se encuentran influenciados por los factores medioambientales que las plantas emplean como resultados durante su crecimiento; el rendimiento también está definido por la eficiencia de las plantas para su empleo de los recursos aludidos (Squire, 1990).

a. 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).

b. PH

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4,5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú (Canahua, 1992).

c. 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).

d. 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 forzar la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos (Gonzales, 1999).

e. 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).

f. Fotoperíodo

La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperíodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sud América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada, como lo que ocurre en las áreas nórdicas

de Europa. En la latitud sur a 15, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas luz diaria es de 12,19 con un acumulado de 146,3 horas al año (Frere, 1975).

Este cultivo prospera adecuadamente con 12 horas de luz por día, en el hemisferio sur, sobretodo en el altiplano Perú-Boliviano.

g. 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).

3.1.9. VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA

La quinua ha sido utilizada en la alimentación de las poblaciones andinas desde tiempos protohistóricos. La razón para ello es su valor nutricional, principalmente correctivo y terapéutico, reconocido a través de una experiencia milenaria. En la dieta de los pueblos antiguos de América, la quinua fue el reemplazo prioritario, o a veces exclusivo, de las proteínas animales. En efecto, el consumo de leche, carne y huevos no

ha sido tradicional ni como en las poblaciones campesinas. En muchas áreas, la quinua es aún el principal componente proteico de la dieta.

En los tiempos actuales, aunque relegada al consumo tradicional, en el área campesina se continúa reconociendo su valor alimenticio. Sin embargo, las ponderaciones del valor nutritivo muchas veces han sido exageradas o distorsionadas.

El grano de quinua no es un alimento excepcionalmente alto en proteínas, aunque supera en este nutriente a los cereales más importantes. El verdadero valor de la quinua está en la calidad de su proteína, es decir, en la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana, que le otorgan un alto valor biológico (Cardozo, Tapia).

Cuadro 1. Comparativo, Características Alimentarias de la quinua (%) (Valor Nutritivo por cada 100 gramos promedio)

Grano	Proteína	Grasa	Fibra	Carbohidrato
Quinua	12,6 – 17,8	6,6 – 8,5	3,5 – 9,7	54,3 – 73,0
Trigo	8,6	1,5	3,0	73,7
Arroz	9,9	1,6	0,7	74,2
Maíz	9,2	3,8	9,2	65,2

Fuente: Pregón Agropecuario, Argentina

Un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los efectos que produce en el consumidor.

La quinua posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como fósforo, potasio, magnesio, y calcio entre otros minerales.

La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de la familia de los Andes, fue base nutricional en las principales culturas americanas.

Desde el punto de Vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales.

- La quinua no tiene colesterol
- No forma grasas en el organismo
- No engorda, es de fácil digestibilidad
- Contenido de saponina 0,08%
- Es un producto natural ecológico

La Quinua Posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas

dada por los aminoácidos esenciales que constituye como: la isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, y valina. Es una de las principales fuentes de proteínas como Proteína de calidad: Alta proporción de aminoácidos - Alto contenido de lisina - Mayor proporción de embrión. se puede apreciar en las tablas comparativas.

Cuadro 2. Comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos (kg)

componentes%	quinua	carne	huevo	queso	leche vacuno	leche humana
Proteinas	13,00	30,00	14,00	18,00	3,50	1,80
Grasas	6,10	50,00	3,20	-	3,50	3,50
Hidratos de carbono	71,00	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4,70	7,50
Hierro	5,20	2,20	3,20	-	2,50	-
Calorias 100 Grs.	370,00	431,00	200,00	24,00	66,00	80,00

Fuente: Pregón Agropecuario, Argentina

Cuadro 3. Comparativo de los componentes de la quinua con otros productos (kgs)

componentes%	quinua	trigo	Maíz	arroz	avena
Proteínas	13,00	11,43	12,28	10,25	12,30
Grasas	6,70	2,08	4,30	0,16	5,60
Cenizas	3,06	1,46	1,49	0,60	2,60
Calcio	0,12	0,05	0,01	-	-
Fósforo	0,36	0,42	0,30	0,10	-
Hidratos de Carbono	71.00	71.00	70.00	78.00	60.00

Fuente: Pregón Agropecuario, Argentina

La Quinua como proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada (Ayala, 1977).

3.1.10. Producción de Quinua

La producción y superficie cosechada de quinua a nivel nacional muestra crecimientos sostenidos desde el año 2002. En tal sentido la tasa de crecimiento promedio de la producción en los últimos 11 años es de 3.8% y la superficie cosechada es aproximadamente de 3.3%. Como se

aprecia en el gráfico, se registró mayor producción en el año 2012, con 44.2 mil toneladas y 38.5 mil hectáreas a nivel nacional para la cadena de quinua (Cadena productiva de quinua, 2013).

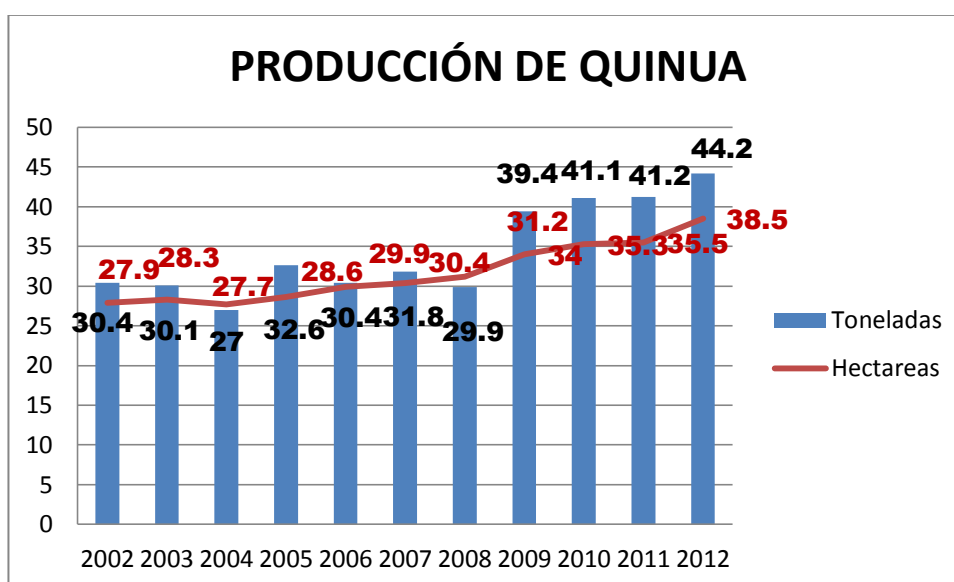


Figura 1. Comportamiento de la producción y superficie cosechada

Fuente: MINAG-OEEE
Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

Es importante señalar que el departamento de Puno concentra la mayor cantidad de superficie cosechada en el 2011 (77,1%), y producción cercana a los (79,5%), manteniéndose como principal región productora a nivel nacional. Las regiones de Ayacucho, Cusco, Apurímac y Junín aportan conjuntamente el 14,5% de la producción y 17,3% de la superficie cosechada nacional.

3.1.11. RENDIMIENTO DE QUINUA

(Cadena Productiva de quinua, 2013). El rendimiento promedio nacional de quinua del 2011 indicó 1,161 kg/ha, con una disminución de -0,2% en comparación al año anterior (2010). Cabe destacar que los departamentos con mejores rendimientos son Arequipa (2,034 kg/ha), Junín (1,216kg/ha), Puno (1,198 kg/ha), Apurímac (1,153 kg/ha) y La Libertad (1,080 kg/ha). Ver tabla 4

Según la FAO, los principales países productores de quinua son Bolivia, Perú y Ecuador. Bolivia mantiene un rendimiento promedio cercano a las 590 kg/ha, en nuestro país casi doblamos el rendimiento tanto de Bolivia como el de Ecuador.

Cuadro 4. Rendimiento Promedio Kg/ha

Departamentos	2010	2011	Var%
Puno	1,213	1,198	-1,3%
Ayacucho	915	740	-19,1%
Cusco	920	963	4,6%
Apurimac	1,023	1,153	12,8%
Junín	1,375	1,216	-11,6%
Huancavelica	763	910	19,3%
Arequipa	1,541	2,034	31,9%
Huánuco	814	824	1,3%
La Libertad	1,049	1,080	2,9%
Cajamarca	935	934	-0,1%
Ancash	1,052	1,059	0,7%
Promedio Nacional	1,163	1,161	-0,2%

Fuente: MINAG-OEEE
Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

Como se aprecia en la figura los departamentos que mantienen rendimientos por encima del promedio nacional son Arequipa, Apurímac, Tacna, Junín, La Libertad y Ayacucho. Puno como principal productor del país mantiene rendimientos de 1,100 kg/ha.

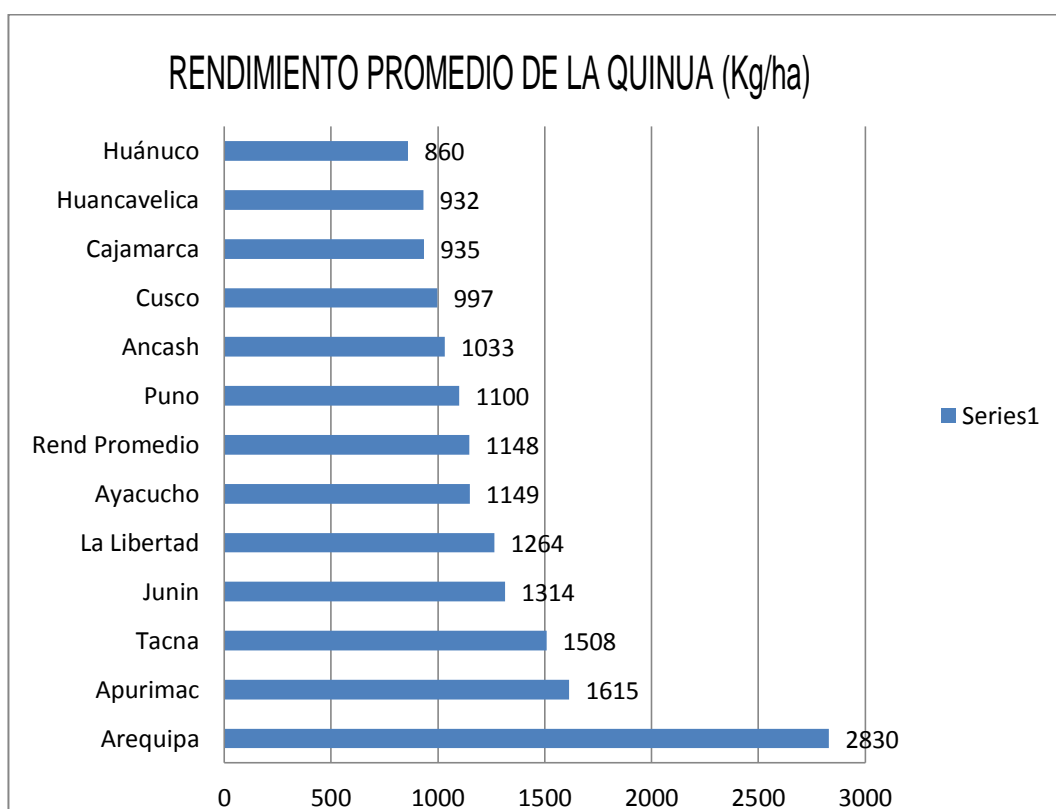


Figura 2. Rendimiento promedio (Kg/ha)

Fuente: MINAG-OEEE
Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

3.1.12. CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE QUINUA PARA EXPORTACIÓN.

La norma técnica peruana que define la calidad del producto es la 205,036, que señala lo siguiente:

Cuadro 5. Requisitos que debe cumplir la quinua porcentajes máximos en peso.

GRADO	VARIETADES CONTRASTANTES	GRANOS DAÑADOS		MATERIAS EXTRAÑAS	HUMEDAD	OTROS
		TOTAL	DAÑADOS POR CALOR			
1	3%	2%	0,2%	1,5%	< 14,5%	Sin olores objetables ni residuos de materiales Tóxicos, ni infectados
2	5%	4%	0,4%	3,0%	< 14,5%	
3	8%	6%	0,8%	4,5%	< 14,5%	

Fuente: ITINTEC (1992).

REQUISITOS PARA LA EXPORTACIÓN

Existen tres tipos de disposiciones sobre normas y regulaciones:

1. Los para arancelarios: se refieren a la vigilancia fitosanitaria para evitar el ingreso de insectos, hongos, virus, bacterias; así mismo,

sobre la presencia de sustancias tóxicas que ingresan al país importador.

2. En cuanto a las arancelarias: Perú por ser un país andino comprometido en la lucha para la erradicación de la coca debería beneficiarse con los estímulos del Sistema General de Preferencias (SGP) de EE.UU.
3. En cuanto a las restricciones comerciales, las ventas al exterior están sujetas a las normas internacionales y nacionales de clasificación, empaquetado y etiquetado; así mismo, las reglas locales de importación y distribución del producto en el país importador.

NORMAS TECNICAS PARA QUINUA Y SU CONTRIBUCION AL COMERCIO

Establecer criterios claros y certeros para facilitar el comercio y la comunicación a nivel Nacional, internacional. Para ello una norma técnica debe ser: Tan completa como sea necesaria, dentro de sus límites establecidos por su campo de aplicación.

Clara y precisa. Comprensible por personas calificadas que no han participado en su elaboración.

La necesidad de Normas técnicas

- Los mercados internacionales exigen Normas Técnicas y Estándares de calidad.
- Los mercados locales tienen que adecuarse a las regulaciones internacionales.
- Los productores y comercializadores requieren normas técnicas y/o guías para ofertar sus productos.
- Los consumidores requieren normas técnicas para exigir calidad de los productos (Soto, Valdivia, Solano, 2013).

Cuadro 6. Clasificación por el tamaño de grano en función del diámetro.

Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos (mm)	Malla (ASTM)
Extra grande	Mayores a 2,0	85% retenido en la malla 10
Grandes	Entre 2,0 a 1,70	85% retenido en la malla 12
Medianos	Entre 1,7 a 1,4	85% retenido en la malla 14
Pequeños	Menores a 1,40	85% retenido en la malla 14

Fuente: MINAG-OEEE

3.1.13. PRODUCTIVIDAD DE QUINUA EN LA COSTA.

Durante el 2011 la producción nacional alcanzó las **41,200 toneladas** de quinua, sembradas en **35,500 hectáreas**, las cuales están

concentradas casi en 80% en Puno, y el resto en Ayacucho, Cusco, Junín, Apurímac, Arequipa y Huancavelica.

Para contrarrestar esta escasez, se puede sembrar en las zonas costeras del país, específicamente en los valles arroceros, tras la cosecha de este grano, ya que el cultivo de quinua prospera desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud.

Se ha demostrado en **Majes, Arequipa**, que cualquier variedad de quinua rinde hasta 5,000 kilos por hectárea, cinco veces más que en Puno.

Igual opinión tiene el especialista **Ángel Mujica**, para quien fácilmente se alcanzarían las 500,000 hectáreas a nivel nacional: 100,000 en Puno, 50,000 en Andahuaylas, 50,000 en Cusco, 50,000 en Ayacucho, 50,000 en Junín, 30,000 en Cajamarca, 30,000 en Huancavelica y más de 200,000 en la franja costera.

Se necesita utilizar semilla mejorada producida en semilleros básicos y registrados en la sierra, además de mejorar la tecnología de cultivo, desde el abonamiento hasta la cosecha, dice el experto.

La producción que se obtenga de esos campos permitirá tener una **mayor oferta** del grano, con lo cual se estabilizarían los precios, además

tendría un **mercado asegurado** en los programas sociales del gobierno, en los desayunos escolares, comedores populares, hospitales y cuarteles (WWW. La República, 1013)

3.2. MARCO REFERENCIAL.

Trabajos realizados en las ciudades de Tacna y Moquegua, son tesis de investigación, donde se evaluaron diferentes formas, tipos y comportamientos de la quinua, de las cuales mencionaremos:

a.- Rendimiento de diez cultivares de quinua

(chenopodiumquinoawilld) en la provincia de Tarata,

- Los cultivares que expresaron, los mayores rendimientos de grano fueron Nariño con 3 621, 500 kg, 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).

b.- Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), en condiciones de la localidad de la Yarada,

Los cultivares en estudio se muestran diversos en cuanto a periodo vegetativo, se puede observar cultivares precoces, Semi-precoces y tardíos.

- En cuanto a rendimiento de grano, los cultivares Ecu-420 con un rendimiento de 3 824,79 kg/ha seguido de los cultivares G-205-95 (3 048,78 kg/ha), 24(80)3 (2 771,42 kg/ha), Masal-389 (2 235,61 kg/ha) y Utusaya (2 121,389 kg/ha) a distanciamiento de 0,80 m entre líneas.
- El análisis económico concluye que los tres cultivares que ocuparon los primeros lugares son altamente rentables, es así que el cultivar Ecu-420 tiene un índice de rentabilidad de 239,52% y una relación beneficio/costo de 2,40; el cultivar G-205-95 tiene un índice de rentabilidad de 239,18% y una relación beneficio/costo de 2,39 y el cultivar 24(80)3 con un índice de rentabilidad de 208,39% y una relación beneficio/costo de 2,08. (Alfaro, 2001).

c.- Comparativo de rendimiento de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en condiciones de la cooperativa hospicio 60 de la Yarada,

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 8095-23 kg/ha, Amarilla Maranganí UNSAAC con 7142,85 kg/ha y el 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).

d.- Determinación del rendimiento de ocho cultivares de Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) para las condiciones de Alto Villa-Moquegua”,

En la variable Días a inicio de Panojamiento los cultivares que mostraron precocidad fueron: Chucapaca con 30,5 días, Camacani I con 33,5 días y

Amarilla Maranganí con 33,5 días, siendo tardíos los cultivares Nariño con 42,5 días y Local de Torata con 40 días.

- En la variable de madurez fisiológica, el cultivar más precoz es el Chucapaca con 108,5 días, como semitardías los cultivares Amarilla Maranganí, Blanca de Junín y Amarilla Anaranjada con 119 a 124 días de periodo vegetativo y como tardíos los cultivares Local de Torta y Nariño con 136 y 135 días respectivamente. Estos cultivares disminuyeron su periodo vegetativo en comparación a su lugar de origen debido al fotoperiodo y a las condiciones climáticas del valle de Moquegua.
- En la variable de Rendimiento de Grano los cultivares que han logrado los más altos rendimientos son: En primer lugar Amarilla Maranganí con 2,539 t/ha siendo similar estadísticamente Local de Torata con 2,439 t/ha.
- Del análisis económico se concluye que los dos cultivares que ocuparon los primeros lugares en rendimiento son altamente rentable, es así que el cultivar Amarilla Maranganí tiene un índice de rentabilidad de 329% y una relación de beneficio/costo de 3,29; para el cultivar Local de Torata un índice de rentabilidad de 312% y una relación beneficio/costo de 3,12 (Gutiérrez , 1994).

CAPITULO IV

DISEÑOS METODOLOGICOS

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida por plantas de quinua.

4.3. MATERIALES Y METODOS

4.3.1. Materiales Experimentales.

4.3.1.1. Material Genético

El material experimental utilizado estuvo constituido por doce cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), semilla que fue adquirida por la Estación Experimental Illpa (Inia) – Puno, semilla previamente seleccionada y certificada como también se hizo una recolección por las zonas semilleras del País de Bolivia como del Alto y del departamento de Puno, de las provincias de Chucuito, Acora y

Provincia de San Román que todavía mantienen y cultivan genotipos ancestrales.

Tratamientos:

T₁ : Negra collana

T₂ : Salcedo INIA

T₃ : Amarilla de Marangani

T₄ : Chullpi

T₅ : Real Boliviana

T₆ : Pandela

T₇ : Pasankalla

T₈ : Kancolla

T₉ : Blanca de Juli

T₁₀ : Illpa INIA

T₁₁ : Witulla

T₁₂ : Sacaca

4.3.2. Método de Estudio

4.3.2.1. Variable de estudio

a. Variable dependiente

- Fenología
- Altura de planta (cm)
- longitud de panoja (cm)
- Ancho de panoja (cm)
- Rendimiento de grano (Kg/ha)
- Materia seca

b. Variable independiente

- T₁ : Negra collana
- T₂ : Salcedo INIA
- T₃ : Amarilla de marangani
- T₄ : Chullpi
- T₅ : Real Boliviana
- T₆ : Pandela

- T₇ : Pasankalla
- T₈ : Kancolla
- T₉ : Blanca de Juli
- T₁₀ : Illpa INIA
- T₁₁ : Witulla
- T₁₂ : Sacaca

4.3.2.2. AMBITO DE ESTUDIO.

La ejecución de este experimento se llevó a cabo en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones”, sector B Parce B-2 de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, bajo la administración de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

El Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones”, se encuentra ubicada geográficamente a una Latitud sur de 18°01’36”; a una longitud Oeste de 70°15’22”; a una altitud de 560 msnm; y con una extensión de 7,000 Has. Políticamente se encuentra en la región Tacna, en la Provincia de Tacna Distrito de Tacna.

4.3.2.3. CARACTERISTICAS DEL SUELO.

Los análisis físicos químicos del suelo experimental se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de San Agustín de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de Arequipa Perú.

En cuanto a las características que muestra el suelo experimental del CEA III “Los Pichones” nos indica que en el sector B, parcela B-2 tenemos las siguientes características:

Cuadro 7. Análisis de suelo

Parámetro	Muestra
pH	5,25
C.E. (mmhos/cm)	5,28
M.O. (&)	1,15
Fósforo (ppm) P ₂ O ₅	125,00
Potasio (ppm) K ₂ O	580,00
C.I.C. (meq/100)	5,90
C.C. (%)	16,61
H.E. (%)	15,76
P.M.P (%)	8,97
Carbonatos (%)	0,00
Textura:	Franco arenoso
Arena (%)	83
Limo (%)	15
Arcilla (%)	2

En las características del suelo podemos observar que hay un pH de 5,25, podemos ver que es un suelo ligeramente ácido, tenemos una conductividad eléctrica de normal a ligeramente salina, materia orgánica baja, fósforo alto, potasio alto, capacidad de intercambio de cationes bajo, capacidad de campo medio, humedad equivalente, es de acuerdo a la textura. Tenemos como textura de suelo, franco arenoso.

4.3.2.4. COMPORTAMIENTO METEOROLÓGICO EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2013

Es importante el conocimiento de las condiciones ambientales en el que se lleva a cabo el desarrollo del cultivo, para lo cual se ha hecho un análisis de factores como la temperatura, humedad relativa mensual, precipitación total y heliofania mensual, estos datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI). Dirección Regional Tacna – Moquegua. Estación: MAP – JORGE BASADRE G.

Las temperaturas máximas, mínima y media, muestran que en los meses de noviembre, diciembre fueron la más altas, con un parámetros que muestran en la tabla, en el mes de setiembre muestra un parámetro medio, el mes de julio nos muestra parámetro bajos.

La humedad relativa mensual y la precipitación total mensual nos muestra que el mes de julio, agosto fueron las más alta, con parámetros que muestran en la tabla, el mes de setiembre nos muestra un parámetro medio, los meses de noviembre y diciembre nos muestran parámetros bajos.

La heliofania mensual nos muestra que el mes de noviembre fue la más alta, el mes de setiembre nos muestra un parámetro medio y el mes de julio nos muestra parámetro bajo.

Cuadro 8. Datos meteorológicos de la Estación Experimental SENAMHI

PARAMETROS	2013					
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TEMP. MAXIMA MEDIA (°C)	18,9	19,2	21,6	22,9	24,9	26,9
TEMP. MINIMA MENSUAL (°C)	10,0	10,3	11,5	12,3	13,4	15,4
TEMP.MEDIA MENSUAL (°C)	13,5	13,9	15,3	16,4	18,5	21,0
HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)	80	82	80	78	72	70
PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm.)	0,9	1,9	0,9	0,2	0,2	0,0
HELIOFANIA MENSUAL (h/s.)	5,6	6,2	6,8	7,6	9,1	8,8

Fuente: SENAMHI

4.3.2.5. ESTABLECIMIENTO Y EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Historia del campo experimental

Campaña agrícola 2009 Melón

Campaña agrícola 2010 Repollo

Campaña agrícola 2011 Zapallito italiano

Campaña agrícola 2012 Pimiento morrón

Campaña agrícola 2013 Quinoa, en época de invierno.

4.3.2.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTAL

a. PREPARACIÓN DE TERRENO

Para la preparación del suelo se realizó la roturación del terreno con un arado de discos, el mullido de los terrenos se realizó con una rastra de puntas perpendiculares a la roturación, hasta que el suelo quedara en condiciones adecuadas para la siembra, luego se concluyó con un nivelado de terreno lo que facilitó el riego uniforme para todas las líneas y por lo tanto la germinación homogénea de la semilla.

b. MARCADO DE TERRENO

Para el marcado de terreno se empleó yeso, el cual sirvió para el trazó del suelo, las características del campo experimental fueron en bloques y unidades experimentales que a continuación es la siguiente:

c. Características del campo experimental

- Campo experimental

Largo	22 m
Ancho	40,5 m
Área total	891 m ²

- Unidad experimental

Largo del tratamiento	10 m
Ancho del tratamiento	1,5
Área de la unidad experimental	15 m ²

- Bloque experimental

Numero de bloques	4
Largo de bloque	10 m
Ancho de bloque	18 m
Área de bloque	180 m ²

- Otros

Número de líneas del campo experimental	48
Número de plantas por unidad experimental	220
Número de planta por línea	100
Separación entre línea	1,50 m
Distanciamiento entre plantas	0,10 m

e. TENDIDO DE CINTAS

La instalación de cintas de riego se realizó con un distanciamiento de 1,50 m entre línea (surco). La instalación del campo experimental se efectuó de acuerdo al croquis de demarcación, los bloques, unidades experimentales, y posteriormente se procedió a colocar las identificaciones de cada uno de los bloques y unidades experimentales de estudio.

f. SEMILLA

La semilla fue adquirida por la Estación Experimental Illpa (Inia) – Puno, semilla previamente seleccionada y certificada como también se hizo una recolección por las zonas semilleros del País de Bolivia como del Alto y del departamento de Puno Perú, de las provincias de Chucuito, Acora y provincia de San Román que todavía mantienen y cultivan genotipos ancestrales.

g. SIEMBRA

La siembra se realizó un miércoles 03 de Julio del 2013, durante la estación de invierno, esta se hizo de forma manual, el tipo de siembra que se uso es el de chorro continuo, con una profundidad de 1 cm; con un tapado muy superficial pero suficiente para proteger la semilla de las aves

y así facilitar la germinación de la semilla, antes de sembrar la semilla fue desinfectada, para evitar el ataque de hongos en las primeras fases fenológicas.

h. LABORES CULTURALES

En la conducción del cultivo se efectuó las siguientes labores culturales:

Fertilización

La fertilización se realizó teniendo como referencia la siguiente formulación 190 – 50 – 60 de N– P₂O₅ – K₂O.

La fuente de nitrógeno fue la urea y como fuente de fósforo el súper fosfato triple.

La primera fertilización se realizó antes de la siembra la cual se hizo con fosforo y potasio, esto se aplicó como abono de fondo, y el nitrógeno se aplicó en forma fraccionada junto con el agua de riego.

- Riego

Los riegos se aplicaron mediante el sistema de riego localizado por goteo, el primer riego se realizó después de la siembra, con una frecuencia de dos días, esto para asegurar la germinación, pasado esto

se empezó a regar cada 7 días por una hora lo que permitió mantener la humedad del suelo próximo a la capacidad de campo.

- Deshierbo

Es una labor cultural muy importante; esto se hace con la finalidad de evitar la competencia de nutrientes agua y luz entre las malezas y las plantas de quinua, y a las ves afecta en la productividad del cultivo.

El primer deshierbo se realizó cuando las plantas se encontraban con dos y cuatro hojas verdaderas y a una altura de 3 – 6 cm aproximadamente, luego se repitió esta labor hasta en dos oportunidades a más.

Las malezas de mayor incidencia fueron:

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| - Malva | <i>Malva parviflora</i> |
| - Grama dulce | <i>Cynodon dactylón</i> |
| - Papilla | <i>Castelia cuneato-ovata</i> |

- Raleo o entresaque

También llamado desahíje, 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, esto también sirvió para eliminar plantas débiles y enfermas, plantas de diferentes variedades de quinua o

quinuas silvestres; También se aprovechó para evitar las cruzas entre los cultivares de estudio

- Control Fitosanitario

- Plagas

Casi no se registraron plagas con gran intensidad, las plagas agrícolas se evaluaron en el transcurso del ciclo vegetativo, mediante la observación visual y estas fueron:

Gusano de tierra	<i>Prodenia ssp</i>
Gusano de hoja	<i>Prodenia</i>
Pulgón	<i>Aphis gossypii</i>
Mosca minadora	<i>Liryomiza huidobrensis</i>

Cabe destacar que la mayor plaga que hubo fueron la incidencia de aves como son pájaros (palomas), el cual causó daños al cultivo desde las fases fenológica de grano lechoso, pastoso hasta la madurez fisiológica, contrarrestando estas con diferentes tipos de controles como son:

Las trampas, cintas brillosas, maíz con veneno, espanta pájaro con pájaro seco, y por ultimo espantándolo uno mismo.

- Enfermedades

No se observó casi la presencia de enfermedades, pero si hubo:

Mildiu (*Perenospora farinosa*), estas se observaron poco en la fase fenológica de grano pastoso y luego paso en la fase de madures fisiológica, pero fue poco.

- Cosecha

La cosecha o ciega se efectuó en forma escalonada, a medida que los cultivares alcanzaban la madurez fisiológica. Se procedió a segar las líneas eliminando 0,50 m en cada extremo y los surcos laterales para evitar el efecto de borde.

El corte fue en forma manual, con hoces, con lo que se cortó a la altura del cuello de la raíz. Las plantas segadas con sus respectivas identificaciones esto para efectuar el análisis de los datos (altura, peso de planta, granos y otros), se preparó mantas y recipientes para el traslado al laboratorio y debidamente etiquetado por cultivar y por bloque.

Luego se emparvó para el secado correspondiente hasta el momento de la trilla, la trilla se efectuó manualmente para evitar la pérdida de grano por efecto del golpe. Luego se procedió al venteado para separar la broza del grano y otros, para obtener u grano limpio.

El grano limpio se pesó para determinar el rendimiento por parcela y por hectárea.

4.3.3. Recolección de datos de las Variables

a. Variable fisiológica

Fenología

La fenología se ocupa de la evolución de la planta en sus relaciones con el medio y consiste en la aparición de las diferentes fases vegetativas cuyas secesiones constituyen el crecimiento y desarrollo de la planta durante su ciclo biológico. Según la variedad y condiciones del medio ambiente, el ciclo biológico de quinua las cuales son de 150 a 180 días.

b. Variable morfológica

Altura de planta

La evaluación se tuvo que hacer en centímetros, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja, se tomará por promedio de diez plantas por evaluación (plantas / parcela) en los estados fenológicos de cada cultivar.

Longitud de panoja (cm).- La longitud de panoja se mide a la madurez fisiológica, desde la base de la panoja hasta el ápice de la misma con la aguda de una cinta métrica.

Ancho de panoja (cm).- Esto se determina en la selección central de la panoja a la madurez fisiológica, con la aguda de un metro, donde nos indica los centímetros que puedan tener estas.

Rendimiento de grano (kg/ha).- Se obtiene en la etapa de madurez fisiológica, se obtiene el peso del grano limpio procedente de la parcela de los cultivares, de cada uno tomando en cuenta cada unidad experimental, el peso y la suma total se convierte a hectárea.

Peso fresco de planta.- Este parámetro se realiza en la fase fenológica de madurez fisiológica empleando el método gravimétrico, utilizando una balanza, con un registró el peso individual de diez plantas después de la cosecha.

Peso seco de la planta.-Se determina empleando el método gravimétrico, se utilizara en la misma planta de la masa fresca, las que se colocara en una estufa a 85°C por 24 horas aproximadamente hasta obtener un peso constante, lo que representa materia seca.

Materia seca .-Se determinó empleando el método gravimétrico, se utilizó en la misma planta de la biomasa fresca, las que se colocaron en una estufa a 85°C

por 24 horas aproximadamente hasta obtener un peso constante, lo que representa materia seca.

4.3.4. Características de los genotipos seleccionados

a. Negra Collana

El proceso de pre mejoramiento (formación del compuesto y selección) se realizó en Illpa y Huañingora del 2,003 a 2,006, y los ensayos de validación entre el 2006 al 2008 en la comunidad campesina de Collana del distrito de Cabana (Provincia de San Román). El proceso de formación del compuesto, selección y validación fue realizado por el programa de Investigación en Cultivos Andinos – Puno, cuya liberación fue en el 2008. Tiene buen potencial de rendimiento, precocidad, tolerancia a bajas temperaturas y a enfermedades (Vidal Apaza – INIA).

b. Salcedo-INIA: Selección

Ballena (2000) afirma que el cultivar Salcedo INIA, se obtuvo por selección surco panoja a partir de la introducción de material genético de la cruce de las variedades "Real Boliviana" x "Sajama". Material genético introducido a través del Programa Nacional de Cultivos Andinos, en el año de 1989, inicialmente se procedió a seleccionar plantas adecuadas, para las condiciones agroecológicas de las áreas dedicadas al cultivo de

quinua en el departamento de Puno, en las pruebas de rendimiento, estabilidad fenotípica, comprobación y producción de semilla básica 1989 a 1995. Esta variedad es de grano grande de 1,8 a 2,0 mm de diámetro, de color blanco, panoja glomerulada, densidad intermedia, 70 cm de longitud de panoja, periodo vegetativo de 160 días (precoz), con rendimientos de 10,8 g de grano por panoja, 2,500 kg/ha (a nivel experimental), resistente a heladas (-20C) y es tolerante al mildiú.

c. Amarilla de Marangani

Originaria de Maranganí, Cusco, seleccionada en Andenes y Kayra, planta erecta poco ramificada, de 180 cm de altura, con abundante follaje, de tallo grueso, planta de color verde oscuro característico, a la madurez la planta es completamente anaranjada, periodo vegetativo tardío de 160-180 días, panoja glomerulada, grano grande de color anaranjado (2,5 mm), con alto contenido de saponina, resistente al mildiu y de alto potencial de rendimiento, susceptible a las heladas.

d. Chullpi

Es una variedad exquisita y Premium de las variedades de quinuas blancas perlada existente en el Perú, es más menuda que las demás y de

aparición dorada. Totalmente versátil especial para guisos y para enriquecer el arroz o las ensaladas y para preparar guisos sopas postres.

e. Real Boliviana

REAL La quina real es uno de los granos más importantes de los Andes, cuyo origen se remonta a más de 5000 años. 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).

f. Pandela

Es procedente de Bolivia presenta grano bien formado, tiene altura de planta que fluctúa de 70cm a 1,20m. Su rendimiento de grano esta entre 1,500 a 3,300 kg/ha.

g. Pasankalla

Es una variedad de color de grano plumizo a rosado, de sabor amargo, periodo vegetativo tardía con gran aceptación en el mercado

externo por sus cualidades de transformación (INIA, 2010) (Gonzales, 1979).

h. Kancolla

Obtenido por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), grano mediano de 1,6 a 1,9mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3,500 Kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu, muy atacado por la kconakcona (Eurysaccaquinoa Povof.), recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro (INIA, 2010).

i. Blanca de Juli

Selección de eco tipos 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 (semitardia), rendimiento 2,500 Kg. /ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito e llave. (INIA, 2010).

j. 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 2mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3,083 Kg. /ha resistente heladas, tolerante al mildiu (INIA, 2010).

k. Witulla

Selección efectuada a partir de ecotipo local, procedente de las zonas altas del valle , Puno, cultivo generalizado de zonas frías y altas, planta pequeña de 70 cm de altura, de color rojo a morado con una amplia variación de tonos, panoja de color rosado, de período vegetativo largo con más de 180 días, grano mediano de color rojo a morado, con alto contenido de saponina, rendimiento de 1,800 kg/ha, muy resistente al frío, sequía y salinidad, así como a suelos relativamente pobres, resistente al ataque de kcona -kcona y al mildiu.

m. Sacaca

Sus principales ventajas competitivas son el rendimiento de grano en campos de agricultores con un promedio 1,16 t/ha, y variación porcentual

de producción promedio desde el año 2007 a 2010 de 8,62%, (testigo comercial 2002 – 2009, MINAG). Posee un periodo vegetativo de 195 a 210 días (semi precoz), con alto contenido de saponina , mayor tolerancia a heladas y sequías, y con proteínas de 14,83%. El cultivar es de grano anaranjado amarillo requerido por la agroindustria y consumo local regional y nacional (Estrada, Gonza INIA – 2011).

4.3.5. Análisis Estadístico

En el presente trabajo de investigación de bloques completos al azar con 12 tratamientos y 4 repeticiones. El análisis estadístico que va ser usado es el análisis de varianza (ANVA) usando la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01, bajo el modelo del Diseño de Bloques completos al Azar, y para establecer las diferencias entre promedios entre tratamientos se utilizara la prueba de significación de Duncan al nivel 0,05.

En este diseño el valor de cada unidad experimental Y_{ij} se explica según el siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + e_{ij}$$

Dónde:

μ = media general

β_j = efecto del *i*-ésimo bloque

τ_j = efecto del *j*-ésimo tratamiento

e_{ij} = error experimental

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. RENDIMIENTO DE GRANO

**Cuadro 9. ANÁLISIS DE VARIANCIA DE RENDIMIENTO DE GRANO
DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA (kg/ha)**

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sign.
Bloques	3	390148,50	130049,50	1,15	ns
Variedades	11	115217894,40	10474354,00	124,93	**
Error Exp.	33	2766603,20	83836,50		
Total	47	118374646,10			

Fuente: Elaboración propia

CV= 9,36%

El análisis de variancia de rendimiento de grano por hectárea de 12 variedades de quinua (tabla 10), indica que para el efecto de bloque no se

encontraron diferencias estadísticas; en cambio para variedades se presentaron diferencias altamente significativas, lo que implica que los promedios de rendimiento de grano de las variedades estudiadas fueron diferentes entre sí; el coeficiente de variabilidad fue de 9,36%.

Para determinar con mayor precisión las diferencias encontradas, se procedió a realizar la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE RENDIMIENTO DE GRANO DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA ($\alpha = 0,05$).

Orden de mérito	Variedad	Promedio (kg/ha)	Significancia
1	Sacaca	6 975,00	a
2	Witulla	5 670,00	b
3	Chullpi	3 280,00	c
4	Salcedo INIA	3 188,40	c
5	Illpa INIA	2 881,80	c d
6	Blanca de Juli	2 605,10	d e
7	Kancolla	2 431,80	e f
8	Pandela	2 273,40	e f
9	Real Boliviana	2 261,70	e f
10	Pasankalla	2 168,40	e f
11	Negra Collana	2 013,30	f
12	Amarilla de Marangani	1 376,70	g

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de 12 variedades de quinua en siembra de invierno (tabla 10), muestra que la variedad Sacaca se comportó como la más rendidora de grano con 6,975 kilogramos por hectárea, con superioridad estadística sobre las variedades restantes; la segunda variedad con rendimiento de grano más alto fue Witulla con promedio de 5 670 kilogramos por hectárea; a continuación se ubican las variedades Chullpi con 3 280, Salcedo INIA con 3 188,40 e Illpa INIA con 2 881,80 kilogramos por hectárea, estas tres últimas resultaron estadísticamente similares. Las variedades Blanca de Juli, Kancolla, Pandela, Real Boliviana, y Pasankalla resultaron estadísticamente no significativas cuyos promedios de rendimiento de grano van desde los 2 605,10 a 2 168,40 kilogramos por hectárea; la variedad Negra Collana con 2 013,3 ocupa el penúltimo lugar, la variedad con el promedio más bajo fue Amarilla de Maranganí con solamente 1 376,70 kilogramos de grano por hectárea, siendo inferior estadísticamente a todas las demás.

A partir de los resultados encontrados, se infiere que las variedades difieren en su capacidad de rendimiento de grano, variando los mismos desde un nivel bajo de 1376,70 kilogramos por hectárea de la variedad Amarilla de Maranganí, pasando por valores intermedios de 3 188,40 kg/ha de la variedad Salcedo INIA, hasta niveles altos de 6 975 kg/ha de la variedad Sacaca, lo que sugiere que se puede plantear una serie de

opciones para el cultivo de este grano andino en condiciones similares a las del experimento.

5.2. FENOLOGÍA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA

Cuadro 11. FENOLOGÍA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA (DÍAS)

Variedades	Fases fenológicas de la quinua en días												
	Emergencia	Dos hojas	Cuatro hojas	Seis hojas	Ocho hojas	Ramificación	Inic. panojamiento	Panojamiento	Inicio de floración	Floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Madurez fisiolog.
Pandela	3	10	17	24	28	30	38	40	48	62	66	77	88
Real Boliviana	3	10	16	24	28	32	38	40	54	63	68	80	98
Pasankalla	4	11	16	26	31	33	40	42	59	66	75	98	111
Kancolla	5	11	16	26	30	33	39	41	59	66	87	102	113
Blanca de Juli	4	11	16	25	32	34	38	40	63	67	87	103	112
Illpa INIA	4	11	16	25	33	34	39	41	61	66	90	102	113
Salcedo INIA	4	10	17	24	29	34	41	43	60	66	84	100	115
A. Marangani	4	10	17	25	29	34	40	42	50	66	93	105	121
Negra Collana	5	11	17	24	31	33	42	44	60	67	98	110	121
Chullpi	4	10	17	26	32	32	41	43	59	67	98	110	123
Witulla	6	12	17	28	38	41	47	49	65	74	113	130	144
Sacaca	3	10	17	32	44	70	79	81	87	103	128	136	152

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la investigación, demuestran que la variedad Sacaca se comportó como la más rendidora de grano en condiciones invernales de Tacna, sin embargo es a su vez la más tardía, por cuanto necesitó de 152 días para llegar a la madurez fisiológica; la variedad Witulla que fue la segunda en orden de mérito en rendimiento de grano demoró 144 días para alcanzar la madurez fisiológica. Las variedades Chullpi, Salcedo INIA e Illpa INIA que son las que continúan en orden de méritos respecto al rendimiento de grano necesitaron de 123, 115 y 113 días respectivamente para alcanzar la madurez fisiológica.

Otro grupo de variedades con menores rendimientos que las anteriores, tales como Blanca de Juli (112 días), Kancolla (113 días), Pandela (88 días), Real Boliviana (98 días), Pasankalla (110 días); también requirieron de menor número de días para llegar a su madurez fisiológica. Las variedades Negra Collana y Amarilla de Maranganí que fueron las que dieron los rendimientos más bajos necesitaron de 121 días para llegar a la madurez fisiológica.

Los resultados del presente estudio, permiten señalar que las variedades tardías fueron las que tuvieron los mayores rendimientos de grano, como es el caso de las variedades Sacaca y Witulla, que pueden cultivarse en invierno con el objetivo de obtener grano, siempre que puedan insertarse sin interferir en el sistema de rotación de cultivos. Un

grupo interesante de variedades la conforman las variedades Chullpi, Salcedo INIA, Illpa INIA y Kancolla que pueden considerarse como semiprecoces (123, 113 ,115 y 113 días de período vegetativo), con rendimientos aceptables y que pueden ser mejorados con la implementación de un sistema de nutrición adecuada, y otros aspectos que están involucrados en el rendimiento de grano.

De acuerdo a los resultados de esta investigación, las variedades Pandela, Real Boliviana y Pasankalla; se comportaron como precoces llegando a su madures fisiológica a los 88, 98, y 110 días respectivamente, que superan los dos mil kilos de rendimiento de grano, debido a su relativo corto período vegetativo en condiciones de invierno, deben ser tomadas en cuenta en futuras investigaciones para estudiar hasta qué punto pueden mejorar su rendimiento, puesto que puede permitir variadas opciones dentro de una cédula de cultivos, además puede significar un gran ahorro de agua de riego.

En lo que respecta específicamente al rendimiento de grano, los resultados del presente trabajo experimental sugieren, que existen posibilidades de mejorar los rendimientos de este cultivo si se logra reducir las pérdidas por el ataque de aves principalmente debido a que consumen los granos de la panoja y simultáneamente provocan su caída,

control adecuado de plagas y enfermedades, además de minimizar pérdidas al momento de la cosecha.

Los resultados encontrados, en el presente estudio obedecen probablemente, a que las variedades Sacaca y Witulla tienen un mayor potencial genético para producir granos con suficiente peso, en las condiciones bajo las cuales se condujo el experimento y un mayor grado de tolerancia a las condiciones ambientales presentes durante el período de crecimiento y desarrollo de las plantas; del mismo modo ambas variedades por su mayor tiempo de permanencia en campo (Sacaca 152 días y Witulla 144 días) habrían tenido mayor oportunidad para acumular asimilados en los granos.

Los resultados del presente trabajo de investigación, pueden aceptarse considerando que las plantas producen en función de los factores ambientales tales como agua, temperatura, pH, suelo, fotoperiodo, altitud, radiación solar y otros que en el presente caso no habrían constituido limitantes para las variedades estudiadas, en condiciones de siembra de invierno. Entre los principales procesos fisiológicos involucrados en la producción de biomasa se encuentran: crecimiento, desarrollo, producción y distribución de asimilados; todos estos procesos determinan el rendimiento biológico de un cultivo, pero a su vez se encuentran influenciados por los factores ambientales que las

plantas emplean durante su crecimiento; el rendimiento también está definido por la eficiencia de las plantas para su empleo de los recursos mencionados (Squire, 1990). Por consiguiente, tomando en consideración los resultados del experimento, las variedades mostraron alta variabilidad en cuanto al rendimiento de grano como consecuencia de las características de las variedades en relación con las condiciones ambientales presentes durante el desarrollo del estudio.

5.3. ALTURA DE PLANTA

**Cuadro 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA DE ALTURA DE PLANTA (m)
DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA**

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sign.
Bloques	3	0,019368833	0,006456275	3,13	ns
Variedades	11	2,945038167	0,267730742	129,8	**
Error	33	0,068057667	2062,354		
Total	47	3,032464667			

Fuente: Elaboración propia

CV = 3,25%

En la tabla 12, se observa el análisis de variancia de altura de planta de doce variedades de quinua. Los resultados muestran que no hubo diferencias estadísticas entre bloques, el factor variedades resultó con alta significancia estadística, por lo que se puede señalar que las alturas de planta de las doce variedades fueron diferentes entre sí; lo que indica que las variedades estudiadas fueron diferentes con respecto a esta característica. El coeficiente de variabilidad fue de 3,25%.

Para un mayor conocimiento de las diferencias entre variedades, se realizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE ALTURA DE PLANTA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA ($\alpha=0,05$).

Orden de mérito	Variedad	Promedio (m)	Significancia
1	Sacaca	2,068	a
2	Witulla	1,611	b
3	Illpa INIA	1,436	c
4	Chullpi	1,430	c
5	Salcedo INIA	1,407	c
6	Negra Collana	1,405	c
7	Blanca de Juli	1,379	c d e
8	Kancolla	1,318	e
9	Amarilla de Maranganí	1,278	e
10	Pasankalla	1,265	e
11	Real Boliviana	1, 445	f
12	Pandela	1,029	g

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de significación de Duncan de altura de planta de 12 variedades de quinua (tabla 13), se observa que, la variedad Sacaca fue superior estadísticamente a las once variedades restantes con un promedio de 2,068 m, siguiendo en orden de méritos la variedad Witulla se ubica en segundo lugar con una altura de 1,611 m de altura; en un tercer grupo sin diferencia estadística entre ellas se encuentran las variedades Illpa INIA con promedio de 1,436 m, Chullpi con 1,430 m, Salcedo INIA con 1,407 m, Negra Collana con 1,405 m y Blanca de Juli con 1,379 m de altura de planta. En penúltimo lugar se ubica la variedad Real Boliviana con 1,145 m y el último lugar se ubicó a la variedad Pandela con 1,029 m de altura de planta.

5.4. LONGITUD DE PANOJA

**Cuadro 14. ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LONGITUD DE PANOJA
(cm) DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA**

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sign.
Bloques	3	47,165	15,721667	1,37	ns
Variedades	11	1878,925	170,811364	14,88	* *
Error	33	378,920	11,482424		
Total	47	2305,010			

Fuente: Elaboración propia

CV = 7,08%

En la tabla 14, se observa el análisis de variancia de longitud de panoja de 12 variedades de quinua, el mismo que indica que bloques resultó no significativo; para variedades, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, lo que quiere decir que el tamaño de panoja de las variedades fueron diferentes. Para un análisis más completo de este resultado, fue necesario realizar la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 15. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE LONGITUD DE PANOJA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA ($\alpha=0,05$).

Orden de mérito	Variedad	Promedio (cm)	Significancia
1	Witulla	58,625	a
2	Negra Collana	56,125	a b
3	Sacaca	53,400	a b
4	Amarilla de Maranganí	52,200	b c
5	Chullpi	48,125	c d
6	Illpa INIA	47,250	c d
7	Kancolla	46,700	d
8	Blanca de Juli	45,775	d
9	Salcedo INIA	43,475	d e
10	Pasankalla	43,050	d e
11	Pandela	39,300	e
12	Real Boliviana	38,475	e

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de longitud de panoja de 12 variedades de quinua (tabla 15), permite determinar que las variedades Witulla (58,625 cm), Negra Collana (56,125 cm), y Sacaca (53,400) fueron las que desarrollaron las mayores longitudes de panoja, resultando estadísticamente similares entre sí. A continuación se ubican las variedades Amarilla de Maranganí, Chullpi, e Illpa INIA con longitudes de panoja de 52,200; 48,125; 47,25 centímetros respectivamente, sin diferencia estadística entre ellas. Las variedades Pasankalla con 43,05 cm, Pandela con 39,3 cm y Real Boliviana con 38,475 cm, presentaron las menores longitudes de panoja mostrándose estadísticamente similares.

5.5. ANCHO DE PANOJA

Tabla 16. ANÁLISIS DE VARIANCIA DE ANCHO DE PANOJA (cm) DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sign.
Bloques	3	4,7491667	1,5830556	0,94	Ns
Variedades	11	298,3641667	27,1240152	16,08	**
Error	33	55,6658333	1,6843400		
Total	47	358,7791667			

Fuente: Elaboración propia
CV = 11,57%

En el análisis de variancia de ancho de panoja de 12 variedades de quinua (tabla 16), se observa que para bloques no se encontraron diferencias estadísticas; con respecto a variedades el análisis muestra que se encontraron, diferencias estadísticas altamente significativas; lo que se interpreta en el sentido de que los anchos de panoja de las variedades son diferentes; en consecuencia el análisis debe continuar, con una prueba de significación.

Cuadro 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE ANCHO DE PANOJA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA ($\alpha=0,05$).

Orden de mérito	Variedad	Promedio (cm)	Significancia
1	Witulla	16,050	a
2	Pasankalla	14,900	a
3	Sacaca	14,225	a
4	Chullpi	11,350	b
5	Salcedo INIA	11,275	b
6	Blanca de Juli	10,975	b c
7	Kancolla	10,275	b c
8	Real Boliviana	10,150	b c
9	Illpa INIA	9,850	b c
10	Amarilla de Maranganí	9,575	b c
11	Negra Collana	9,075	c
12	Pandela	7,050	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan para ancho de panoja de 12 variedades de quinua (tabla 17), muestra que, las variedades Witulla con 16,05 cm, Pasankalla con 14,90 cm y Sacaca con 14,225 cm expresaron los mayores valores de ancho de panoja comportándose como superiores y con diferencias estadísticas sobre el resto de variedades estudiadas. En un segundo grupo se ubican las variedades Chullpi, Salcedo INIA, Blanca de Juli, Kancolla, Real Boliviana, Amarilla de Maranganí, con anchos de panoja que varían de 11,35 cm en el valor superior a 9,575 cm en el nivel inferior, sin diferencias estadísticas entre ellas. Las variedades que expresaron los menores anchos promedio de ancho de panoja fueron Negra Collana con 9,075 cm y Pandela con 7,05 cm, con diferencias estadísticas entre ambas.

Las respuestas encontradas, para esta variable probablemente obedezcan a las características morfológicas propias de cada variedad, en relación con las condiciones climáticas de época de invierno.

5.6. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR PLANTA

Cuadro 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (gr) POR PLANTA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA

F de V	GL	SC	CM	Fc	Sign.
Bloques	3	11811,500	3937,167	1,83	ns
Variedades	11	3078390,667	279853,697	130,37	**
Error	33	70840,500	2446,682		
Total	47	3161042,667			

Fuente: Elaboración propia

CV = 11,68%

En la tabla 18, se presenta el análisis de variancia de rendimiento de materia seca de doce variedades de quinua, a partir del cual se menciona que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques; de otra parte, para el caso de variedades se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios, lo que indica que las variedades acumularon diferentes cantidades de materia seca.

Para analizar con mayor precisión las respuestas, se realizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE RENDIMIENTO MATERIA SECA POR PLANTA DE DOCE VARIEDADES DE QUINUA ($\alpha=0,05$).

Orden de mérito	Variedad	Promedio (gr)	Significancia
1	Sacaca	1077,25	a
2	Witulla	759,50	b
3	Salcedo INIA	454,00	c
4	Chullpi	394,75	c d
5	Illpa INIA	345,75	c d
6	Blanca de Juli	339,25	d
7	Real Boliviana	250,00	e
8	Amarilla de Maranganí	247,25	e
9	Negra Collana	239,75	e
10	Kancolla	236,75	e
11	Pasancalla	219,25	e
12	Pandela	196,50	e

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de rendimiento de materia seca de doce variedades de quinua (tabla 19), muestra que la variedad Sacaca fue la que dio los mayores rendimientos promedio de materia seca con 1077,25 gramos por planta, con superioridad estadística sobre las restantes once variedades; en segundo lugar se ubica la variedad Witulla con un promedio de 759,25 gramos de materia seca por planta; luego se ubican un grupo de tres variedades sin diferencia estadística entre ellas Salcedo INIA, Chullpi e Illpa INIA con 454, 394,75 y 345,75 gramos de materia seca por planta. Las variedades que presentaron los menores pesos promedio de materia seca por planta fueron Kancolla con 236,75 gramos por planta, Pasankalla con 219,25 gramos por planta y Pandela con 196,50 gramos por planta.

Las diferencias encontradas para la variable rendimiento de materia seca por planta en condiciones de siembra de invierno, podrían obedecer a que las variedades con mayor peso, tuvieron mayor capacidad para cumplir con su actividad asimiladora con eficiencia para generar biomasa y acumularla en la parte aérea.

CONCLUSIONES

1. Las variedades de quinua más rendidoras de grano en siembra de invierno fueron: Sacaca con 6 975 kg/ha, Witulla con 5 670 kg/ha y Chullpi con 3 280 kg/ha. Simultáneamente se comportaron como las más tardías con períodos vegetativos de 152, 143 y 123 días respectivamente.
2. Las variedades Pandela con 88 días, Real Boliviana con 98 días y Pasancalla con 111 días de período vegetativo, se comportaron como precoces; con rendimientos de grano de 2 273,4 kg/ha, 2 261,7 kg/ha y 2 168,4 kg/ha, respectivamente.
3. Las variedades que desarrollaron las mayores alturas de planta fueron: Sacaca con 2,068 m, Witulla con 1,611 m. Las variedades que expresaron menores altura de planta fueron: Real Boliviana y Pandela con 1,145 m y 1,029 m respectivamente.
4. En longitud de panoja, destacaron las variedades Witulla, Negra Collana y Sacaca con 58,625 cm; 56,125 cm y 55,4 cm respectivamente. Las variedades con menor longitud de panoja fueron

Pasankalla con 43,05 cm, Pandela con 39,30 cm y Real Boliviana con 38,475 cm.

5. En rendimiento de materia seca por planta destacaron las variedades Sacaca con 1 077,25 gramos, Witulla con 759,50 gramos y Salcedo INIA con 454 gramos. Las variedades con menores rendimientos de materia seca fueron Kancolla, Pasankalla y Pandela con 236,75; 219,25 y 196,50 gramos.

RECOMENDACIONES

1. En siembra de invierno se recomienda la siembra de las variedades Sacaca y Witulla por sus rendimientos superiores con respecto a las otras variedades.
2. Si el criterio a tomar es la precocidad, para siembra de invierno se recomienda las variedades Pandela, Real Boliviana y Pasankalla.
3. Repetir el estudio considerando otras variedades, para confirmar los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILAR, P.C. (1999). Manejo de cultivo de quinua en el Perú. En: Primer Curso Internacional sobre Quinua. Fisiología de la Resistencia a Sequia en Quinua. Proyecto Quinua/CIP-DANIDA, UNALM, UNA. Puno-Perú.
- ALFARO, S.J. (2001). Comparativo de rendimiento de dieciséis genotipos de quinua en condiciones de la localidad de la Yarada.
- AQUINO, A.L.J. (2006). Rendimiento de diez cultivares de quinua en la provincia de Tarata.
- AYALA, C. (1977). Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopodium quinoa* Wild). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 79 p.
- CADENA PRODUCTIVA DE QUINUA, (2013). Ministerio de Agricultura, Dirección General de Competitividad Agraria, 1ª edición.
- CARRILLO, A (1992). Anatomía de la semilla de *Chenopodium berlandieris* sp. *nutalliae* (Chenopodiaceae) Huuauzontle. Tesis

Maestro en ciencias. Colegio de Posgrados, Centro de Botánica.

Montecillo, Mexico. 87 p.

CANAHUA, A, (1992). Comparativo y potencialidades de la quinua en las zonas agroecológicas de Puno Perú.

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.

CUBERO, J.I. (2003). Introducción a la mejora genética vegetal. 2a.ed.: Mundi-Prensa. España 567 p.

“CULTIVOS ALTOANDINOS”. (1989). Potosí, Bolivia. 17 - 21 de abril. pp 1-18.

ESPINDOLA, G. (1986). Respuestas fisiológicas, morfológicas y agronómicas de la quinua al deficit hídrico. M.Sc.-tesis. Inst. de Enseñanza y Ciencias Agrícolas, Chapingo, México.

FRERE, M., J. REA y J. Q. RIJKS. (1975). Estudio Agro climatológico de la Zona Andina (Informe Técnico).Proyecto Interinstitucional FAO/UNESCO/OMM. Roma, Italia. pp:29-5

- GALWEY . (1989). Curso: "Cultivos alto andinos". Potosí, Bolivia. 17 - 21 de abril . pp 1-18.
- GALLARDO Gonzales p. (1997). Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinopodiaceae). Lilloa.
- GONZALES, A.E. (1979). Evaluación fenotípica de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía. UNTA. Puno, Perú 52 p.
- GONZALES J. (1999). Ecofisiología y morfología del este debido a factores adversos .En: Primer Curso Internacional de Fisiología de la Resistencia a Sequia en Quinua. Proyecto Quinua. Puno-Perú.
- GUTIERRES. A.1994. Determinación del rendimiento de ocho cultivares de quinua, para las condiciones del Alto la Villa "Moquegua".
- INIA. (2010). Illpa-Puno-Perú
- JACOBSEN, S.- E. A. MUJICA Y Z. PORTILLO. (2001). Memorias del Primer Taller Internacional en Quinua: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto CIP-DANIDA, Universidad Agraria La Molina, Centro Internacional de la Papa y Universidad Nacional del Altiplano. Lima Perú

LESCANO, J.L. (1989). Recursos fitogenéticos altoandinos y bancos de germoplasma. In: Curso: "Cultivos altoandinos". Potosí, Bolivia. 17 - 21 de abril de 1989. pp 1-18.

MUJICA, A. Y CANAHUA A. (1989). Fenología del cultivo de la quinua. Puno-Perú.

MUJICA, A. (1994). Cultivo de Quinua. INIA-TTA. Serie Manual 11-93. Lima, Perú. 130p

MUJICA, A. & S.-E. JACOBSEN (1999): Resistencia de la quinua a la sequía y otros factores abióticos adversos, y su mejoramiento. En: Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Jacobsen, S.-E. & A. Mujica, eds.), CIP, Lima, Perú, p. 71-78

MUJICA, A.; JACOBSEN, S.E (2000). Agro diversidad de las aynocas de quinua y la seguridad alimentaria. Enagrodiversidad en la región andina y amazónica. Lima-Perú.

MUJICA, A., IZQUIERDO, J. & Marathee, J. (2007). "Origen y descripción de la quinua". En: Quinua. Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Lima: FAO, CIP, UNALM

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm>)Tapia, Mario y A.M. Fries.

MINISTERIO DE AGRICULTURA.(2009).

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

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

TAPIA, M. (1990). Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.

TAPIA, M. (1990). Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América, N.W. 1993. The potential of quinoa as a multipurpose crop for agricultural diversification: a review. Industrial Crops and Products 1: 101-106.

TAPIA, MARIO, (1999). Agro biodiversidad en los Andes. Fundación Friederich Ebert, Lima, Perú.

SOTO MENDIZÁBAL José Luis, VALDIVIA FERNÁNDEZ Roberto,
SOLANO ORE Claudia. (2013). IV Congreso Mundial de la quinua,
Ecuador del 8 al 12 de julio.

SQUIERE, G, R, (1990). The physiology of tropical crop production. CAB.
International Wallingford Oxon Uk.

WILSON, HAND HEISER, C, B, (1979). The origin evolutionary
relationship of huauzontle (*Chenopodium nuttalliae*) domesticated
Chenopodium of Mexico.

www. La Republica-pe/...expertos piden sembrar quinua en la costa, 6 de
enero 2013.

ANEXOS

ANEXO 1. DATOS ORIGINALES DE ALTURA DE PLANTA EN METROS

Trat.	Variedades	Bloques				Prom.
		I	II	III	IV	
T1	Negra Collana	1,440	1,327	1,398	1,454	1,436
T2	Salcedo INIA	1,386	1,380	1,410	1,453	1,407
T3	Amarilla de Maranganí	1,285	1,228	1,309	1,289	1,278
T4	Chullpi	1,558	1,439	1,377	1,346	1,430
T5	Real Boliviana	1,108	1,113	1,172	1,185	1,445
T6	Pandela	1,051	1,001	1,053	1,009	1,029
T7	Pasankalla	1,308	1,185	1,282	1,283	1,265
T8	Kancolla	1,340	1,257	1,349	1,325	1,318
T9	Blanca de Juli	1,457	1,313	1,376	1,370	1,379
T10	Illpa INIA	1,433	1,422	1,429	1,458	1,436
T11	Witulla	1,619	1,561	1,638	1,625	1,611
T12	Sacaca	2,027	2,142	2,072	2,030	2,068

ANEXO 2. DATOS ORIGINALES DE RENDIMIENTO DE GRANO EN kg/ha

Trat.	Variedades	Bloques				Prom.
		I	II	III	IV	
T1	Negra Collana	1860,00	2260,01	1853,34	2080,01	2013,30
T2	Salcedo INIA	3606,68	2760,04	3360,06	3026,68	3188,40
T3	Amarilla de Maranganí	1280,00	1880,00	1186,67	1160,00	1376,70
T4	Chullpi	3686,69	2980,06	3420,02	3033,35	3280,00
T5	Real Boliviana	2286,68	2306,68	2233,34	2220,10	2261,70
T6	Pandela	2526,69	2286,69	2106,68	2173,35	2273,40
T7	Pasankalla	2360,03	2080,10	2153,34	2080,20	2168,40
T8	Kancolla	2133,35	2040,30	2580,07	2973,35	2431,80
T9	Blanca de Juli	2540,10	2313,36	2626,67	2940,15	2605,10
T10	Illpa INIA	2706,68	2873,35	2886,68	3060,30	2881,80
T11	Witulla	5986,70	5260,03	5320,03	6113,36	5670,00
T12	Sacaca	7446,70	6593,37	6880,04	6980,03	6975,00

ANEXO 3. DATOS ORIGINALES DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA
 POR PLANTA EN GRAMOS

Trat.	Variedades	Bloques				Prom.
		I	II	III	IV	
T1	Negra Collana	240	261	238	220	239,75
T2	Salcedo INIA	495	426	451	444	454,00
T3	A. de Maranganí	268	288	234	199	247,25
T4	Chullpi	492	359	409	319	394,75
T5	Real Boliviana	241	237	265	257	250,00
T6	Pandela	187	204	200	195	196,50
T7	Pasankalla	269	213	240	155	219,25
T8	Kancolla	201	173	253	320	236,75
T9	Blanca de Juli	331	330	316	380	339,25
T10	Illpa INIA	382	318	335	348	345,75
T11	Witulla	864	749	741	684	759,50
T12	Sacaca	1042	1069	1182	1016	1077,25

ANEXO 4. DATOS ORIGINALES DE LONGITUD DE PANOJA EN cm

Trat.	Variedades	Bloques				Prom.
		I	II	III	IV	
T1	Negra Collana	59,3	53,7	53,7	57,8	56,125
T2	Salcedo INIA	46,0	40,8	41,5	45,6	43,475
T3	A. de Maranganí	52,5	51,5	50,6	54,2	52,200
T4	Chullpi	49,2	49,9	50,9	42,5	48,125
T5	Real Boliviana	36,3	36,9	37,4	43,3	38,475
T6	Pandela	40,7	35,4	39,3	41,8	39,300
T7	Pasankalla	50,6	42,7	39,3	39,6	43,050
T8	Kancolla	45,8	40,0	45,6	55,4	46,700
T9	Blanca de Juli	46,3	48,4	44,3	44,1	45,775
T10	Illpa INIA	46,0	50,7	45,7	46,6	47,250
T11	Witulla	58,4	57,0	60,5	58,6	58,625
T12	Sacaca	59,6	54,8	55,7	51,5	53,400

ANEXO 5. DATOS ORIGINALES DE INDICE DE COSECHA

Trat.	Variedades	Bloques				Prom.
		I	II	III	IV	
T1	Negra Collana	0,1163	0,1299	0,1168	0,1418	0.12620
T2	Salcedo INIA	0,1093	0,0971	0,1118	0,1025	0.10518
T3	A. de Maranganí	0,0716	0,0979	0,0761	0,0874	0.08325
T4	Chullpi	0,1124	0,1245	0,1245	0,1426	0.12623
T5	Real Boliviana	0,1423	0,1460	0,1264	0,1296	0.13608
T6	Pandela	0,2027	0,1681	0,1580	0,1672	0.17400
T7	Pasankalla	0,1316	0,1465	0,1346	0,2013	0.15350
T8	Kancolla	0,1592	0,1769	0,1529	0,1394	0.15710
T9	Blanca de Juli	0,1151	0,1052	0,1247	0,1161	0.11528
T10	Illpa INIA	0,1063	0,1355	0,1293	0,1319	0.12575
T11	Witulla	0,1039	0,1053	0,1078	0,1341	0.11275
T12	Sacaca	0,1072	0,0925	0,0873	0,1031	0.09753

ANEXO 6. DATOS ORIGINALES DE ANCHO DE PANOJA EN cm

Trat.	Variedades	Bloques				Prom.
		I	II	III	IV	
T1	Negra Collana	9,9	8,5	8,2	9,7	9,075
T2	Salcedo INIA	12,1	10,9	10,8	11,3	11,275
T3	A. de Maranganí	10,8	9,8	8,8	8,9	9,575
T4	Chullpi	12,9	12,5	11,6	10,5	11,350
T5	Real Boliviana	9,2	8,7	7,2	15,5	10,150
T6	Pandela	6,3	6,7	7,5	7,7	7,050
T7	Pasankalla	14,7	15,5	14,7	14,7	14,900
T8	Kancolla	10,2	9,4	9,5	12,0	10,275
T9	Blanca de Juli	10,5	11,7	11,1	10,6	10,975
T10	Illpa INIA	9,6	10,7	9,5	9,6	9,850
T11	Witulla	15,9	16,7	15,4	16,2	16,050
T12	Sacaca	15,2	14,1	14,7	12,9	14,225

Figura:

Fases Fenológicas de la Quinoa.

1. Emergencia 2. Crecimiento vegetativo 3. Ramificación 4. Inicio Panojamiento 5. Panojamiento 6. Inicio de Floración.

Fuente: Mujica, 1998

