

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**“CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE  
QUINUA DE GRANO AMARILLO (*Chenopodium quinoa* Wild.)  
CANAAN 2730 msnm – AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

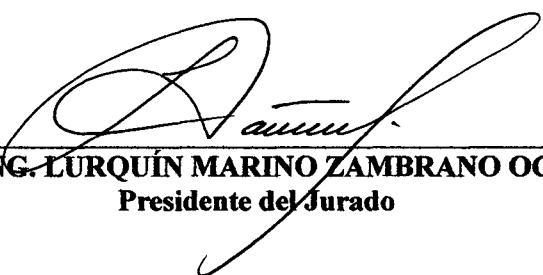
**PRESENTADO POR:  
MIRIAM DIPAZ BERROCAL**

**AYACUCHO - PERU**

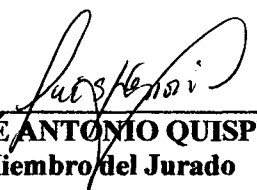
**2010**

**“CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE QUINUA DE  
GRANO AMARILLO (*Chenopodium quinoa* Wild.) CANAAN  
2730 msnm – AYACUCHO”**

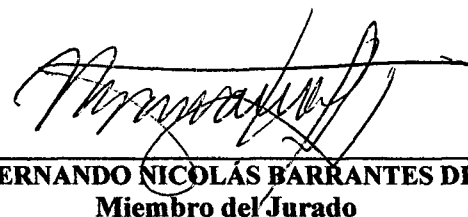
Recomendado : 05 de julio de 2010  
Aprobado : 08 de julio de 2010



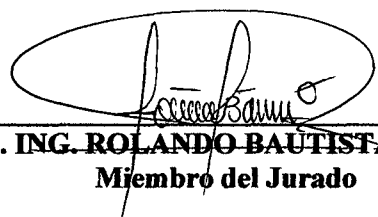
**M.Sc. ING. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA**  
Presidente del Jurado



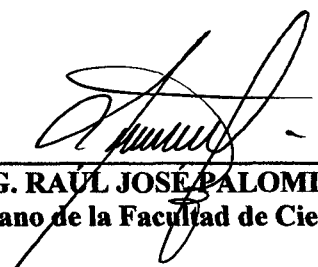
**M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO**  
Miembro del Jurado



**M.Sc. ING. FERNANDO NICOLÁS BARRANTES DEL ÁGUILA**  
Miembro del Jurado



**M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ**  
Miembro del Jurado



**M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

*A mis padres Sergio y Juana  
por su inmensa paciencia,  
comprensión y amor que  
permanentemente me hacen sentir.*

*A mi hermano Iván,  
A mis hermanas Yanet y Deysi;  
por acompañarme en este viaje:  
"la vida"...*

## **AGRADECIMIENTO**

**A** la Tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

**A** la Facultad de Ciencias Agrarias, a la gloriosa Escuela de Formación Profesional de Agronomía y toda su plana de Docentes por sus valiosas enseñanzas; de manera especial a los ingenieros Rolando Bautista Gómez, Fernando Barrantes Del Águila y Lurquín Zambrano Ochoa, por sus valiosas aportaciones y comentarios para la elaboración del presente trabajo.

**Al** Ingeniero José Quispe Tenorio, asesor del presente trabajo de investigación, por brindarme su apoyo incondicional.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Área de Investigación en Granos Andinos, que hizo posible la realización del trabajo de investigación.

A la Ingeniera Ana María Altamirano Pérez y a los señores trabajadores del Área de investigación en granos andinos del INIA, por brindarme su apoyo, orientación, confianza y hacer grata mi estancia durante el tiempo que duró este trabajo.

A mis amigas y amigos, dentro y fuera de la universidad, por compartir su vida.

## INDICE

	Pag.
<b>DEDICATORIA</b>	2
<b>AGRADECIMIENTO</b>	3
<b>INDICE</b>	5
<b>INTRODUCCION</b>	7
<b>CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
Origen y distribución	10
Valor nutritivo y usos de la quinua	13
Taxonomía	20
Descripción botánica de la planta	21
Aspectos genéticos de la quinua	29
Biología floral	32
Aspectos fisiológicos y fenología	34
Aspectos de manejo del cultivo	40
Plagas y enfermedades	49
Rendimiento y productividad	54
<b>CAPITULO II. METRIALES Y MÉTODOS</b>	
Ubicación del experimento	57
Historia del terreno	57

Análisis químico del suelo	57
Condiciones climáticas	59
Material genético	62
Unidad experimental	63
Establecimiento del campo de cultivo	63
Tamaño de muestra	64
Características evaluadas	65
Análisis genético	69
Instalación y conducción del experimento	71
Análisis estadístico	74
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
Productividad de los cultivares	75
Selección y respuesta a la selección	93
Caracterización morfológica y evaluación	104
<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
Conclusiones	117
Recomendaciones	119
<b>RESUMEN</b>	
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es originaria de los Andes Peruanos y de otros países de Sudamérica, se distribuye desde el nivel del mar hasta los 4 000 metros de altura. Es altamente resistente a las adversidades climatológicas, puede resistir temperaturas de -4.0 °C a -7.8 °C en la etapa de floración y de -10.4 °C en estado de grano lechoso. El grano, puede ser blanco, amarillo, rojo, café, gris o negro; existen muchas especies de quinua, diferenciadas por el color, la forma, y el tamaño del grano.

Según la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura (OIA – MINAG) en la campaña 2007 – 2008 en el Perú se cultivaron 30,381 ha de quinua, cuya producción fue de 31,824 toneladas de grano; en la región Ayacucho se cultivó 1,408 ha de quinua, cuya producción alcanzó 1,209 toneladas de grano con un rendimiento promedio de 859 kg/ha muy por debajo del promedio nacional (1,074 kg/ha). La Quinua, en el Perú es producido por pequeños agricultores en una gran diversidad de zonas agroclimáticas y pisos ecológicos con sistemas tradicionales de



procesamiento, almacenamiento y distribución. Los rendimientos y la producción no sólo son bajos sino variables entre zonas agroecológicas, años de producción y distribución estacional.

Los problemas nutricionales en el Perú son alarmantes, según el Ministerio de Salud, para el 2006 la prevalencia de desnutrición crónica en niños menores de 5 años es de 25.6 % y en Ayacucho, según FONCODES, en el año 2006, alcanza cifras de 45%, siendo más agudo en el área rural, donde casi el 50% de la población está por debajo del umbral de pobreza.

La quinua, posee un alto poder nutricional; según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), su contenido de proteínas la convierte en un buen sustituto de la carne, los lácteos y los huevos, contiene 16.2 % de proteína comparado con un 7.5 % del arroz, y con un 14 % del trigo. Su proteína es de alta calidad, contiene aminoácidos similares a la leche que combinado con otros cereales como la soya mejora su valor proteico, también es una fuente de almidón, azúcar, fibra, minerales y vitaminas. Los esfuerzos deben encaminarse a investigar y diseñar tecnologías apropiadas de procesamiento de alimentos de bajo costo alentando a las pequeñas empresas a desarrollar productos nuevos y nutritivos en base a los cultivos andinos.

Por las consideraciones expuestas, se plantea la realización del presente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

- Evaluar caracteres de productividad de once cultivares de quinua grano amarillo, en las condiciones de Canaán.
- Evaluar la selección por caracteres y la respuesta a la selección de once cultivares de quinua grano amarillo, en las condiciones de Canaán.
- Evaluar la fenología y caracteres morfológicos de once cultivares de quinua grano amarillo, en las condiciones de Canaán.

# **CAPITULO I**

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCION**

Zevallos (1984) señala que el lugar de origen de la quinua no es conocido exactamente, se cree que sea Sud-América, probablemente La Hoya del Titicaca (Perú Bolivia), ya que en esta zona se puede encontrar la mayor cantidad de variedades y escapes de esta especie.

Por los hallazgos en el área de Ayacucho (Perú), UHLE reportado por Tapia (1979) da una fecha incluso anterior 5000 años A.C., como el inicio de la domesticación de esta planta. Pulgar (1954), cree que tanto los chibchas de la meseta Cundy - boyacense (Colombia) cultivaron intensamente la quinua, también se ha sugerido que los antiguos habitantes de Cuyumbe (actuales ruinas de San Agustín en el Huika, Colombia), tenían relaciones con los pobladores de las sabanas de Bogotá y ayudaron a la dispersión de la quinua que compartida con otras

naciones explicaría su distribución en Ecuador. En el norte del Perú el cultivo de la quinua fue común, pero en asociación con el maíz, al sur esta alcanzó importancia tanto en el Callejón de Huaylas como en el Valle del Mantaro.

León (1964) sostiene que el centro de origen de la quinua es muy difícil de señalar. No se conoce en estado nativo, pues las plantas llamadas silvestres encontradas en el Perú y Bolivia, son más bien escapes del cultivo. Humboldt (1942) creyó que había sido domesticada por los Chibchas, en Colombia sin embargo esta especie presenta una mayor variación y un cultivo más intenso en el altiplano peruano – boliviano. Restos arqueológicos de la quinua especialmente semillas se han encontrado en Argentina, Chile y Perú. En este último país se hallan en sitios de la costa que pertenecen al “periodo formativo” junto con otros productos provenientes de la sierra. En tiempos Pre-hispánicos su cultivo se extendía por todo el dominio incaico; y aun mas por el norte hasta Colombia, en ese país y en Ecuador el cultivo no alcanza la importancia que tiene en el Perú y Bolivia.

Desde el punto de vista de su variabilidad genética puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, siendo la región andina y dentro de ella, las orillas del Lago Titicaca, las que muestran mayor diversidad y variación genética.

El cultivo de la quinua del área andina, se ha difundido a los demás países de Sudamérica a través de los programas de investigación y transferencia de tecnología cooperativa como PROCISUR, PROCIANDINO, JUNAC, y la FAO y de ahí a Centro América, México, Guatemala (inicialmente con fines de investigación y luego para la producción). Posteriormente ha sido difundida a los Estados Unidos y Canadá, principalmente bajo forma de cultivares del sur de Bolivia y Chile. Más recientemente, material genético del área andina ha sido intercambiado y difundido entre investigadores del área andina, y luego fuera de ella a través de los programas cooperativos entre países e instituciones de investigación.

Actualmente la quinua es conocida y cultivada en Europa, Asia y África, inicialmente por los programas de investigación en diversificación de cultivos de las Universidades donde numerosos estudiantes sudamericanos han efectuado estudios de posgrado, cuyos resultados han sido acogidos por investigadores europeos, empresas interesadas en la distribución de productos vegetarianos y naturales. La quinua por su alto valor proteico, balance adecuado de aminoácidos esenciales, así como por la gran adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas, constituye un producto de fácil elección para los requerimientos de los consumidores de productos naturales, sanos y nutritivos. Actualmente está difundida en Inglaterra, Alemania, Dinamarca, España, Italia, Francia, Rusia, Portugal, Himalaya, Sur Este de Asia, y Namibia.

## **1.2 VALOR NUTRITIVO Y USOS DE LA QUINUA**

La quinua es un cultivo andino de alto valor nutritivo, con una calidad proteica sobresaliente y una capacidad de ser transformado en una gran gama de productos. Entre ellos es leche vegetal, que puede tener un potencial para el consumo por niños y adultos, directamente como leche o en productos lechosos. La importancia de las proteínas de la quinua se debe a la calidad de las mismas (Repo-Carrasco et al., 2001).

### **1.2.1 Valor Nutritivo**

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. El valor calórico es mayor que otras cereales, tanto en grano y en harina alcanza a 350 Cal/100gr., que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías.

Las proteínas de quinua tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche. En pruebas biológicas se ha encontrado valores mayores para la quinua que para la caseína. El aceite de quinua es alto en ácidos grasos esenciales y ácido oleico: 48% de ácido oleico, 50.7% de ácido linoleico, 0.8% de ácido linolénico y 0.4% de ácidos saturados (DeBruin, 1964). En caso de la quinua resalta el alto contenido de calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc (Repo-Carrasco *et al.*, 2001).

La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche, el huevo y la menestra, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra Región.

**Cuadro N° 1.1. Valor nutricional de la quinua**

<b>VALOR NUTRITIVO /100 g de producto fresco (promedio)</b>	
Humedad	12,60%
Proteínas	12-16 %
Extracto etéreo	5,10%
Carbohidratos	59,70%
Fibras	4,10%
Cenizas	3,30%
Grasas	4-9 %
Lisina	0,88 %
Metionina	0,42%
Triptófano	0,12%
Tiamina b1	0.24 Mgrs
Riboflavina b2	0.23 Mgrs
Niacina	1.40 Mgrs
Vitamina c	8.50 Mgrs
Calcio	100 Mgrs
Hierro	9.21 Mgrs
Fosforo	448 Mgrs
Calorías	370 Kcal

Fuente: Diccionario Enciclopédico de Plantas útiles del Perú.  
Brack Egg A., (PNUD) Technology of cereals, Kent, N.L.  
(Pegamon Press)

**Cuadro N° 1.2. Comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos (kg)**

Componentes%	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuno	Leche humana
Proteínas	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	-
Calorías 100 Grs.	370.00	431.00	200.00	24.00	66.00	80.00

Fuente: Repo-Carrasco, 1992

**Cuadro N° 1.3. Comparativo de los componentes de la quinua con otros productos (g/100 g materia seca)**

Cultivo	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos
Trigo Manitoba	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1
Trigo Inglés	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1
Triticale	15.0	1.7	2.6	2.0	78.7
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	79.7
Quinua	14.4	6.0	4.0	2.9	72.6
Kañiwa	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4
Kiwicha	14.5	6.4	5.0	2.6	71.5

Fuente: Repo-Carrasco, 1992

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.



## **1.2.2 USOS DE LA PLANTA**

La quinua tiene múltiples usos y se puede emplear casi todas sus partes, para la alimentación humana, animal (forraje y concentrados), ornamental, Medicinal, control de plagas y parásitos que afectan a los animales domésticos, industrial, como combustible, como tutor en siembras asociadas, como hortaliza de hoja e inflorescencia y hasta en ritos ceremoniales y creencias populares, para aclimatar a la altura animales como vacunos que viven en otras latitudes más bajas; así como para evitar el mal de altura en pollos, crianza de pavos, canarios, palomas.

### **1.2.2.1 En la alimentación humana**

Las semillas (granos) se utilizan previa eliminación del contenido amargo (Saponina del episperma) en forma de ensaladas, entradas, guisos, sopas, postres, bebidas, pan, galletas, tortas, pudiendo prepararse en más de 100 formas diferentes (Ortega, 1992). Las semillas germinadas son también un alimento exquisito y muy nutritivo, sobre todo para aquellas personas vegetarianas.

Últimamente, se está utilizando como ingrediente para los desayunos, así como hojuelas en reemplazo de las hojuelas de trigo y también en expandidos y extruidos.

Las hojas y plántulas tiernas como reemplazo de las hortalizas de hoja (Acelga, Espinaca, Col, etc.), hasta la fase fenológica de inicio de panojamiento (hojas) y plántula hasta la fase de ramificación. Las inflorescencias tiernas completas hasta la fase fenológica de grano lechoso, en reemplazo de hortalizas de inflorescencia como el brócoli y coliflor, etc. (Mujica, 1993).

#### **1.2.2.2 En la alimentación animal**

La planta completa al estado fresco hasta inicio de floración como forraje verde para los animales, pudiendo ensilar (von Rutte, 1988) y elaborar pellets de la planta completa, las partes de la planta que quedan después de la cosecha, finamente picada o molida para elaborar concentrados y suplementos alimenticios, principalmente perigónios y broza fina.

Los granos (semillas) hervidas para la crianza de pollos, patos, pavos y codornices; mientras que los granos germinados en el ganado lechero aumentan considerablemente la producción láctea (Pulgar Vidal, 1954).

#### **1.2.2.3 Ornamental**

Las plantas de quinua por sus colores vistosos, formas de inflorescencia, se utiliza como planta ornamental en jardines y parques; especialmente aquellas que presentan dos colores de inflorescencia, denominadas misa quinuas, también las panojas

glomeruladas secas y grandes para colocar en los floreros, puesto que tiene una gran duración sin que se desprendan sus granos.

#### **1.2.2.4 Medicinal**

Las semillas, hojas, tallos, ceniza, saponina se utilizan desde el punto de vista medicinal para curar más de veintidós dolencias y afecciones humanas, cuya forma y cantidades de uso son perfectamente conocidas por los nativos de las tierras altas y frías de los Andes de América (Janpirunas, Teguas, Laiccas y Ccamiris), principalmente de Perú, Bolivia y Ecuador (Pulgar Vidal, 1954); entre las dolencias que se puede combatir tenemos: abscesos al hígado, afecciones hepáticas, analgésico dental, anginas, anti febrífugo, apósitos o cataplasmas, calmante y desinflamante, catarro de vías urinarias, cáustico para las heridas y llagas, cicatrizante, contusiones y conmociones, diurético, galactóforo, control de hemorragias internas, luxaciones, repelente de insectos, resolutivo y vomitivo.

#### **1.2.2.5 Control de plagas**

Las plantas amargas con alto contenido de saponina, de granos negros y colores oscuros no son atacados por los insectos y en la generalidad de los casos, las raíces actúan como plantas trampa de nematodos que atacan principalmente a los tubérculos (Papa, oca, olluco), por ello la costumbre de cosechar la quinua extrayendo la raíz y toda la planta para luego utilizar como

combustible, tanto el tocón como la raíz donde van adheridos los nematodos formando nudosidades a manera de rosarios.

Las cenizas de los tallos aplicados sobre la piel actúan como repelente contra mosquitos, la aplicación del agua amarga, producto del hervido de granos amargos se usa como vermífugo y para el control de parásitos gastrointestinales, contra garrapatas y ácaros en cuyes.

#### **1.2.2.6 Mal de altura**

Las semillas de quinua se usa con eficiencia para controlar el mal de altura en pollos BB, pavos y patos, que generalmente son llevados de la costa; del mismo modo las semillas germinadas para el control del mal de altura en el ganado vacuno, disminuyendo el edema que se presenta en la generalidad de los casos.

#### **1.2.2.7 Industrial**

Industrialmente se puede extraer alcohol industrial, productos para concentrar la cocaína de la coca, saponina, quinoína, ácido quinoico, cartón a partir de la celulosa, almidón de buena calidad, harina, aceite etc.

### 1.3 TAXONOMIA

Aguilar (1981) reporta que la posición taxonómica de la quinua es la siguiente:

Reyno	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiáceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: Chenopodia
Subsección	: Cellulata
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow.

### NOMBRES COMUNES

La quinua recibe diferentes nombres en el área andina que varían entre localidades y de un país a otro, así como también recibe nombres fuera del área andina que varían con los diferentes idiomas (Mujica, 1996).

En Perú: Quinoa, Jiura, Quiuna; en Colombia: Quinoa, Suba, Supha, Uba, Luba, Ubalá, Juba, Uca; en Ecuador: Quinoa, Juba, Subacguque, Ubaque, Ubate; en Bolivia: Quinoa, Jupha, Jiura; en Chile: Quinoa, Quingua, Dahuie; en Argentina: Quinoa, quiuna.

## **1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA**

- 1. Planta.** Mujica (1993) menciona que la planta es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4000 msnm. y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas, está clasificada como planta C3.
- 2. Raíz.** Tapia (1979) afirma que la raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número y se originan del periciclo, variando el color con el tipo de suelo donde crece, muy excepcionalmente se observa vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y mayormente es por el peso de la panoja, la profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta.

La profundidad de raíz, las ramificaciones y distribución de las raicillas, varían con los genotipos.

**3. Tallo.** Mujica (1993) menciona que el tallo es cilíndrico siendo mayor el grosor en la base que en el ápice, su coloración es variable, desde el verde al rojo. Presenta en algunas variedades, pigmentaciones en las axilas el tallo puede ser ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos; en cambio el habito sencillo es del altiplano. En cuanto a la arquitectura de la planta se reconocen las siguientes tipos: Erectos, semierectos, decumbentes, con inflorescencia única y terminal, con ramas que nacen cerca de la base del tallo.

El tallo posee una epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una médula, que a la madurez desaparece, quedando seca, esponjosa y vacía, este tallo por su riqueza y gran contenido de pectina y celulosa se puede utilizar en la fabricación de papel y cartón. El diámetro del tallo es variable con los genotipos, distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo, variando de 1 a 8 cm de diámetro.

**4. Hojas.** Mujica (1993) señala que las hojas de quinua, presentan un polimorfismo marcado, siendo las inferiores rómbicas, deltoides o triangulares, midiendo hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho. Las hojas pueden ser dentadas, aserradas o lisas. Además del tamaño de las hojas va disminuyendo según se hace en la planta, hasta alcanzar a las hojas que sobresalen de la inflorescencia que son lineales o lanceoladas midiendo apenas 10 mm de largo por 2 mm de ancho. El color de las hojas es también variable dependiendo de la

pigmentación. Las hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina, los peciolos son largos, finos y acanalados en su parte superior y de longitud variable dentro de la misma planta. La coloración de la hoja es muy variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo, betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas), presenta nervaduras muy pronunciadas y fácilmente visibles que nacen del peciolo y que generalmente son en número de tres (Gallardo, *et al.* 1996).

**5. Inflorescencia.** Tapia (1979) menciona que la inflorescencia ancestral es la glomerulada, la misma que es dominante a la amarantiforme, siendo esta última por lo tanto una mutante. Algunas veces la inflorescencia forma un racimo perfecto, debido a que los glomérulos son sueltos y los pedicelos largos señala que de acuerdo a la densidad puede ser laxa o compacta, lo cual depende de la longitud de los ejes secundarios y de los pedicelos.

**a. Glomeruladas,** cuando los glomérulos están insertos al raquis principal mediante ejes glomerulares presentando formas globosas.

**b. Amarantiformes,** cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal.

**c. Intermedia,** se caracteriza cuando los glomérulos insertos al raquis no están muy separados ni contiguas entre sí.



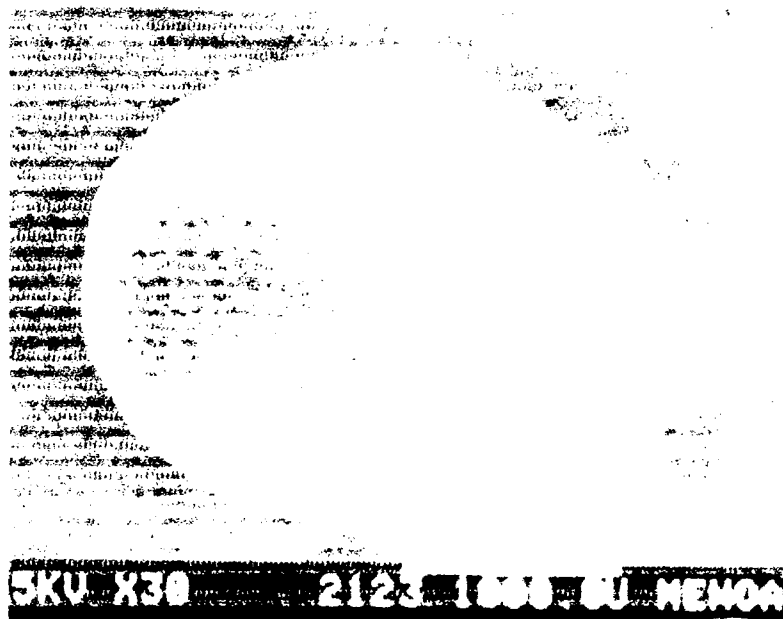
La longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3000, encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia.

- 6. Flores.** León (1964) reporta que las flores de quinua son incompletas, sésiles y desprovistas de sépalos. Están constituidos por una corola formada de cinco piezas florales tepaloides. Pueden ser hermafroditas, pistiladas, andro-estériles, lo cual indica que puede tener hábito autógamo y alógamo, en general se indica que tiene 10 % de polinización cruzada. Así mismo ha determinado que generalmente se produce la antesis de las flores en las primeras horas de la mañana y sucesivamente del ápice a la base de una rama florífera. La primera en abrirse es la flor Terminal hermafrodita y luego las pistiladas.

Las flores presentan, por lo general un androceo con cinco estambres cortos, curvos de color amarillo y filamentos cortos y un gineceo con estigma central, plumoso y ramificado con dos a tres ramificaciones estigmáticas, ovario elipsoidal, súpero, unilocular, las flores hermafroditas en el glomérulo son apicales y sobresalen a las pistiladas (Rea, 1969).

7. **Fruto.** Mujica (1993) afirma que el fruto es un aquenio, que se 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 contiene una sola semilla, la cual se desprende con cierta facilidad siendo este fruto seco e indehiscente.

**Figura 1.1** Vista ventral del fruto de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) al microscopio electrónico de barrido (Gallardo *et al.*, 1997)

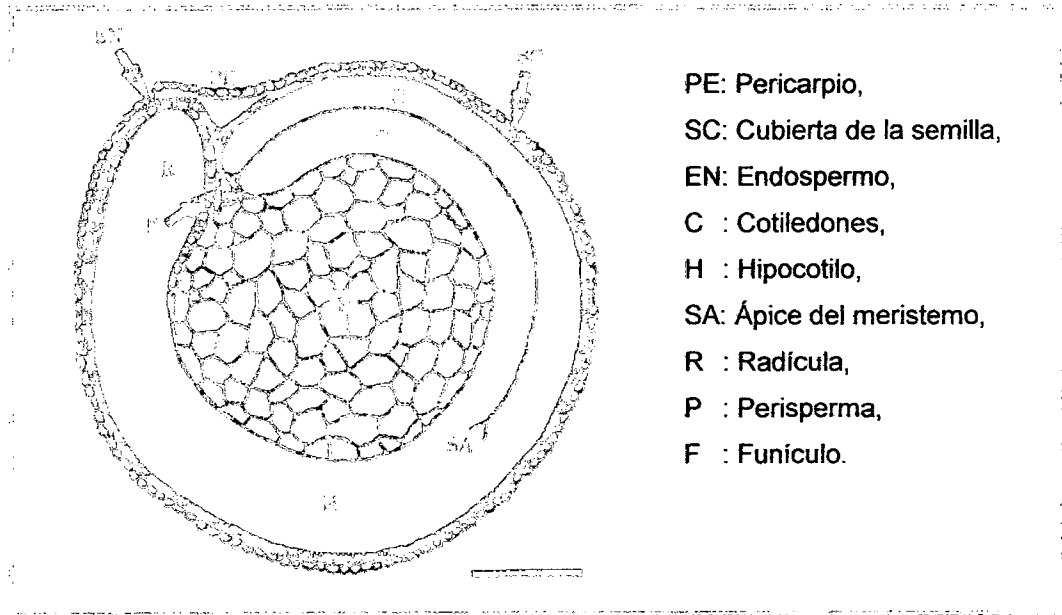


8. **Semilla.** Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa,

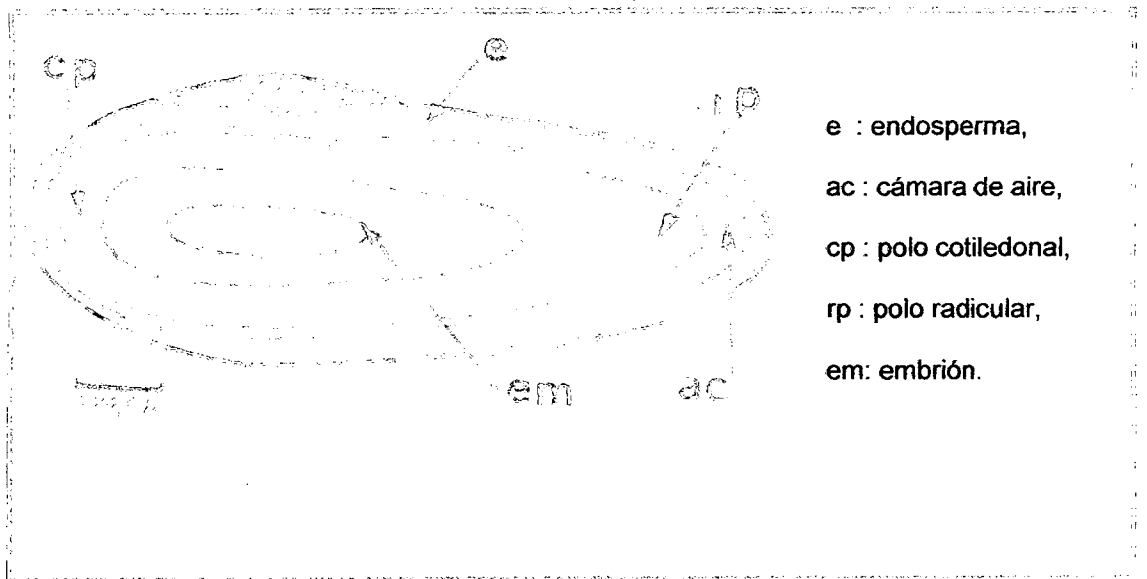
quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa 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 ocupa el 34 % de toda la semilla y con cierta frecuencia se encuentran tres cotiledones (Gallardo *et al.*; 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.

**Figura 1.2.** Sección longitudinal media del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Prego *et al.*, 1988).

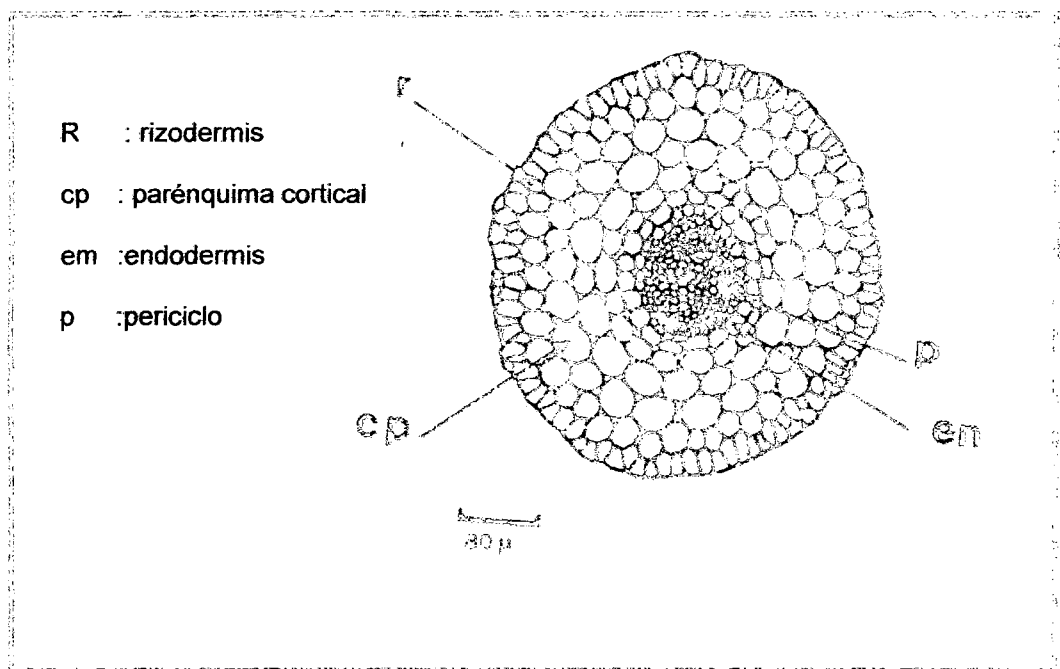


**Figura 1.3.** Corte transversal de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Gallardo *et al.*, 1997).



Gallardo *et al.*, 1997, indican que la quinua también posee endosperma el cual es de tipo celular, formado por varias capas rodeando completamente al embrión y separado de él por una capa de aire y que probablemente, después que la semilla se hidrata, las células del endosperma se ponen en contacto con el embrión que lo consume rápidamente durante su crecimiento.

**Figura 1.4.** Corte transversal de la radícula del embrión de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Gallardo *et al.*, 1997).



**Cuadro 1.4.** Características de la semilla de algunas variedades de quinua  
(Mujica, 1996).

Sajama	Blanco	Cónica	2.0 – 2.5
Real	Blanco	Cónica	2.2 – 2.8
Kcancolla	Blanco	Cónica	1.2 – 1.9
Blanca de July	Blanco	Cónica	1.2 – 1.6
Koitu	Marrón ceniciento	Esferoidal	1.8 – 2.0
Misa Jupa	Blanco- rojo	Cónica	1.4 – 1.8
Amarilla Maranganí	Amarillo anaranjado	Cónica	2.0 – 2.8
Tunkahuan	Blanco	Redondo aplanado	1.7 – 2.1
Ingapirca	Blanco opaco	Esférico	1.7 – 1.9
Imbaya	Blanco opaco	Esférico	1.8 – 2.0
Cochasqui	Blanco opaco	Esférico	1.8 – 1.9
Witulla	Morado	Lenticular	1.7 – 1.9
Negra de Oruro	Negro	Redonda	2.1 – 2.8
Katamari	Plomo	Esferoidal	1.8 – 2.0
Roja Coporaque	Púrpura	Cónica	1.9 – 2.1
Toledo	Blanco	Cónica	2.2 – 2.8
Pandela	Blanco	Cónica	2.2 – 2.8
Chullpi	Cristalino	Esférica aplanada	1.2 – 1.8

## 1.5 ASPECTOS GENÉTICOS DE LA QUINUA

Sin lugar a dudas, la quinua estuvo sujeta a un intenso proceso de mejoramiento. Hecho que se evidencia en los tiempos actuales por la enorme variación observada en el color de la planta y el grano, el tipo de inflorescencia, su morfología y elasticidad para adaptarse a diferentes condiciones medioambientales, rasgos comparables a los del maíz y la papa.

### **Número de cromosomas.**

En un estudio realizado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA, 1979) menciona que Cárdenas y Hawkes

(1948), en diez variedades de quinua del altiplano boliviano, uno de Chile y otra silvestre también boliviana, informan que el número somático para todo el material estudiado fue de  $2n=36$  cromosomas, está constituido por 4 genomios, con un número básico de 9 cromosomas ( $4n = 4 \times 9 = 36$ ). A su vez, en recuentos cromosómicos efectuados en material boliviano y peruano, Gandarillas y Luizaga (1967) confirmaron las cifras informadas por Cárdenas y Hawkes, habiendo encontrado igualmente 36 cromosomas.

## **GENÉTICA Y HERENCIA**

Indudablemente la quinua es la mejor especie adaptada a las condiciones semiáridas y frías del altiplano peruano boliviano, donde la producción de alimentos tiene especial importancia para soportar una población creciente tanto rural como urbana.

El conocimiento de la herencia de algunos caracteres tan simples como el color de la planta, que son independientes del rendimiento, son de enorme importancia para la producción comercial de la quinua, a fin de prevenir mezclas en el campo que pueden afectar la calidad del grano. La quinua presenta una gran variación en cuanto al color de la planta y el fruto, no solamente por la diversidad sino también por el contraste. Son igualmente variables la altura sobre el nivel del mar en que se cultiva, y su adaptación a las diferentes condiciones ambientales típicas de los andes (IICA, 1979).

## **Variabilidad genética**

Las plantas de quinua se pueden agrupar en tres colores básicos: rojo, púrpura y verde. Dentro de los dos primeros colores existen variaciones de tono de acuerdo a la variedad. La planta roja tiene el tallo, las hojas y la panoja roja; la púrpura tiene este color en las hojas apicales y la panoja, aunque algunas formas cuando están entrando a la madurez se tornan amarillas; finalmente la verde tiene el tallo, las hojas y la panoja verdes. El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple (IICA, 1979).

El color del grano está determinado por el color del pericarpio y cuando este es translucido, está determinado por el color del episperma, la herencia en el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo (IICA, 1979).

En quinua el tipo de inflorescencia puede ser amarantiforme o glomerulada, siendo esta última dominante sobre la primera. El contenido de saponina en quinua es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano (Gandarillas, 1979), el carácter amargo o contenido de saponina estaría determinado por un simple gen dominante; sin



embargo, la presencia de una escala gradual de contenido de saponina indicaría más bien su carácter poligénico (IICA, 1979).

## **1.6 BIOLOGÍA FLORAL**

Se han efectuado avances considerables en la biología floral de la quinua, que han permitido iniciar trabajos de mejoramiento a través de la hibridación y selecciones, estos estudios han permitido conocer los porcentajes de autopolinización, polinización cruzada, cantidades de flores de diferentes sexos, cantidad de glomérulos en las inflorescencias, número de flores en los glomérulos, tiempo de apertura de las flores, tiempo de maduración de los estambres y estigmas, presencia de aberraciones florales, agentes polinizadores y comportamiento diferencial de las variedades.

Gandarilla (1967) encuentra que las flores de la quinua permanecen abiertas de 5 a 7 días, observando presencia de flores hermafroditas y pistiladas, cuyo porcentaje es variable, habiendo casos de presencia sólo de flores pistiladas; en una misma inflorescencia el tiempo que dura la floración es de 12 a 15 días, así mismo las flores hermafroditas y pistiladas en la misma panoja se abren al mismo tiempo (homogamia), observando también protoginia y Protandria y la dehiscencia del polen ocurre desde el amanecer hasta el anochecer, efectuándose la recolección en bolsas de papel o en vidrios de reloj, el porcentaje de polinización cruzada varía de 2.5 a 9.9 %. También determinó el efecto de la autofecundación en la generación S2 de la quinua, observando

que este no afecta el rendimiento del grano, la altura de planta ni la longitud de la panoja.

Rea (1969) encuentra tres tipos de flores: hermafroditas, femeninas o pistiladas y androestériles, no encontrando ningún tipo estaminado, los porcentajes de flores de diferente tipo variaron según los genotipos, observando un grupo en que predominan las flores femeninas y la presencia de androestériles, entre ellos Kcancolla y Ayara, el otro grupo con predominio de flores hermafroditas y otro grupo intermedio entre ambos.

Las flores hermafroditas o normales, presentan la emisión de polen y apertura de las ramas estigmáticas en forma simultánea, sin embargo se observaron casos de protoginia y proteandria. Las flores femeninas, no muestran apertura total y la emergencia de los estigmas se observa a simple vista con algunas excepciones que se requiere auxilio de una lupa. Las flores andro estériles, tuvieron las tecas vacías durante el desarrollo del androceo, variando su color de un amarillo blanquecino a marrón claro y en algunos casos solo se presentaron estaminodios, que parecen filamentos muy delgados; las flores andro estériles se pueden diferenciar fácilmente por presentar perigónio translúcido, verde oscuro, mientras que las hermafroditas son de color verde amarillento y más pequeñas y compactas.

Erquinigo (1970) al estudiar la biología floral en los genotipos Real de Bolivia y Cheweca de Orurillo, Perú, se observa marcada ginomonoicia, seguida de andro esterilidad, la mayoría de las flores presentan autogamia, seguida de marcada alogamia, con presencia de flores pistiladas que aperturan las posibilidades de alogamia; el máximo de floración ocurre desde las 10 a.m a las 2 p.m, siendo este período el óptimo para efectuar cruzamientos y emasculaciones, encontrando relación directa entre la intensidad de floración con la intensidad solar.

### **1.7 ASPECTOS FISIOLÓGICOS y FENOLOGIA**

La quinua, es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se la cultiva, presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, desde zonas áridas hasta zonas húmedas y tropicales, desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante a los factores abióticos adversos como son sequía, helada, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas.

Su período vegetativo varía desde los 90 hasta los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0, se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los 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 pueden diferenciar (Mujica, 1988).

### **Fenología de la quinua**

La fenología son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea muy importante para agrónomos y agricultores, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; así mismo le permite evaluar la marcha de la campaña agrícola y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos de sus cultivos, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento.

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado doce fases fenológicas (Mujica y Canahua, 1989).

**a).- EMERGENCIA.** Cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, siendo susceptibles al ataque de aves en sus inicios, pues como es

dicotiledónea, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por el episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones.

**b).- DOS HOJAS VERDADERAS.** Cuando fuera de las hojas cotiledonales, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces. En esta fase se produce generalmente el ataque de insectos cortadores de plantas tiernas tales como *Copitarsia turbata*.

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

**d).- SEIS HOJAS VERDADERAS.** En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra,

en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas y al anochecer, stress por déficit hídrico o salino.

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

**f).- INICIO DE PANOJAMIENTO.** La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta etapa ocurre el ataque de la primera generación de *Eurisacca*

*quinoa* (Q'hona-q'hona), formando nidos, enrollando las hojas y haciendo minas en las hojas.

**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, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales.

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

**i).- FLORACION O ANTESIS.** La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta  $-2$  °C, debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas

que superan los 38°C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas.

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

**k).- GRANO PASTOSO.** El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de Q'hona q'hona (*Eurisacca quinoa*) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano.

**l).- MADUREZ FISIOLÓGICA.** Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración. Ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano, así mismo en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.



**m). MADUREZ DE COSECHA.** Cuando los granos sobresalen del perigonio, dando una apariencia de estar casi suelto y listo para desprenderse, la humedad de la planta es tal que facilita la trilla.

## **1.8 ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO**

### **1.8.1 La preparación del suelo**

La preparación apropiada del suelo es trascendental para la buena germinación de la semilla, ya que el tamaño de la semilla es exigente o requiere de un mullido fino, por tanto, se justifica la siembra después de la cosecha de papa, ya que en terrenos de rompe no siempre se logra un mullido óptimo para la siembra de la quinua, sobre todo en suelos pesados. En cambio desde el punto de vista de conservación de la humedad del suelo, la preparación del suelo consiste en el volteado y mullido del terreno.

### **1.8.2 La siembra**

**1) Densidad de siembra.** La cantidad de semilla por hectárea en quinua es de 8 a 15 kg/ha los mismos que se reajustan de acuerdo al tamaño de semilla, modalidades de siembra y del tipo de agroecosistema. Densidades mayores se emplean en variedades de tamaño grande (diámetros de semilla mayores a 2 mm). Mayores densidades significan número de plantas por área muy tupida, dando como resultado plantas pequeñas, raquíticas y con

rendimientos bajos; mientras el menor número de plantas significa plantas vigorosas, ramificadas. En todo caso un distanciamiento entre plantas 0.08 a 0.10 m, que significa 15 a 20 plantas por metro lineal con tendencia a mayor producción de grano (Mujica, 1977).

**2) Época de siembra.** La época de siembra es uno de los factores determinantes del éxito de la producción de la quinua, las fechas de siembra que están condicionadas por la disponibilidad de humedad del suelo, depende directamente de las lluvias que se presentan ya sea en forma adelantada o retrasada. Generalmente las lluvias oportunas para la siembra normal de quinua son las que ocurren en los meses de setiembre y octubre, aunque las lluvias de noviembre son tardías para muchas variedades, para las precoces como la variedad Sajama es posible lograr una buena cosecha. El requerimiento mínimo de precipitación pluvial para la germinación de la semilla de quinua está entre 30 a 45 mm, durante dos a cinco días es suficiente, inclusive para el posterior establecimiento de la planta, aunque después del establecido ocurra una sequía o veranillo de 40 a 60 días; para lo cual ésta quenopodiácea tiene capacidades fisiológicas adaptados, como la presencia de papilas higroscópicas en la superficie de las hojas y buen desarrollo radicular para tolerar estas condiciones (Canahua, 1992).

**3). Modalidad de siembra.** Canahua (1992) manifiesta que la siembra de la quinua se realiza generalmente en tres formas:

**a) Al voleo.** Es una práctica que se realiza en condiciones muy especiales; es decir, cuando la humedad del suelo es suficiente y sin problemas de inundación; cuando no se dispone de herramientas para realizar hileras o surcos; también se realiza cuando el terreno está acondicionado en infraestructura de waru waru, con terraplenes muy angostas que no permiten laboreo con herramientas traccionadas. La siembra consiste en mullir los terrones que aún quedan en el terreno, luego se derrama la semilla al voleo en todo el terreno y finalmente se pasa ramas de hierbas o una pasada de una manada de ovejas para tapar ligeramente las semillas y protegerlas de las aves salvajes y de la radiación solar intensa o de fuerte insolación que afecta a la viabilidad de las semillas y para evitar una emergencia desuniforme de plántulas.

**b) En hilera.** Es una labor generalizada en toda la cuenca, cuando se cuenta con tracción animal o de un tractor agrícola para aperturar hileras (surcos) a una distancia de 30 a 50 cm. Sobre el terreno con hileras se derrama la semilla a chorro continuo en las hileras y luego se fragmenta los terrones para efectuar un ligero tapado. Esta siembra da una mejor distribución de las plantas en el campo y permite realizar labores culturales con mayor facilidad, como el aporque para el mejor sostenibilidad de las plantas.

**c) En surco.** Es la tercera forma de la siembra de quinua, pero es muy similar al anterior, con la diferencia de que los surcos son más anchos y oscilan alrededor de 70 cm. La ventaja de estos surcos es que se logra mejor aireación del suelo en épocas de estiaje, muy común en los primeros estados fenológicos de la planta para evitar el desecamiento, como también en suelos con problemas de drenaje o de anegamiento.

**d) En melgas.** Es una forma de siembra intermedia entre surcos y voleo, se practica en terrenos con deficiencia en sistema de drenaje o con problemas de inundación, siendo que la quinua es muy susceptible a menor grado de incremento de la humedad del suelo superior al requerimiento del cultivo. La siembra se realiza al igual que en la siembra al voleo, cuando se tiene antecedentes del terreno, inmediatamente después de la siembra se apertura surcos distanciados de 4; 5 ó más metros en todo el terreno, dependiendo de la deficiencia de drenaje y de la desuniformidad de la nivelación del suelo. La apertura de los surcos se puede realizar hasta cuando las plántulas estén llegando al estado fenológico de 6 hojas verdaderas, después no es recomendable porque se daña a las plántulas. Finalmente el campo aparece como cultivo en melgas separadas por los surcos que serán muy importantes para drenar agua excedente, cuando se produzca abundante

precipitación o sobrepase el punto crítico de tolerancia a la humedad.

### **1.8.3 Abonamiento**

La incorporación de materia orgánica es vital para la germinación de la semilla, pues la quinua necesita abundantes cantidades de materia orgánica, nitrógeno y compuestos calcáreos (Blanco 1970); aunque en la práctica de las comunidades campesinas no se acostumbra la aplicación de ningún tipo de abono, más bien está sometido al abonamiento y fertilización residual de la campaña anterior que generalmente es el cultivo de papa. Sin embargo, responde positivamente al abonamiento nitrogenado y del fósforo; aunque la cantidad de cada elemento depende del tipo de abono aplicado en el cultivo de la campaña anterior, pero responde en forma creciente con la producción de grano a la dosis 80 – 80 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente (Mujica, 1977).

### **1.8.4. LABORES DE CULTIVO**

- 1. Deshierbo.** En los primeros estados fenológicas los campos de cultivo de quinua son invadidos rápidamente por las malezas Chiriro (*Bidens pilosa*), Cebadilla (*Bromus unioloides*), Mostaza (*Brassica campestris*), Bolsa de pastor (*Capsela bursapstoris*); posteriormente aparecen, el Trébol Carretilla (*Medicago hispida*),

Alfelerillo (*Erodium cicutarium*), Kora (*Tarasa capitata*) y otros con menor frecuencia.

Mientras más temprano se efectúe la labor de deshierbo será más provechoso para reducir a un nivel mínimo la competencia por sustancias nutritivas y agua; siendo recomendable realizar la misma hasta antes del inicio de panojamiento (Mujica, 1977).

**2. Depuración.** Esta labor consiste en eliminar plantas de quinua que no reúnen características varietales del cultivo que comprende generalmente: a) plantas enfermas y débiles de la misma variedad, b) plantas de quinua cultivadas ajenas a la variedad y c) quinuas silvestres (Ajaras). En el cultivo de quinua, por su naturaleza reproductiva, es muy difícil conservar la pureza varietal en forma natural, siempre se producirá cruzamientos espontáneos con una frecuencia muy considerable; por este comportamiento los campos de cultivo de quinua se presentarán las siguientes condiciones varietales: múltineas o compuestos y variedades casi uniformes.

Afortunadamente, en poblaciones de quinua en estados fenológicos tempranos, la pigmentación en las hojas y tallo son los mejores indicadores para eliminar plantas fuera de tipo, aunque en algunos caracteres como en el tipo de inflorescencia tendrá que

esperarse hasta la definición de la panoja y cosecha para otros caracteres.

La depuración debe realizarse hasta antes del inicio de floración; con el fin de reducir mezcla en la semilla y la aparición de nuevos genotipos en la siguiente generación (Mujica, 1977).

**3. Raleo.** El raleo es una operación complementaria a la depuración, consiste en la eliminación de plantas para ajustar el número de plantas por área y por surco (densidad de población). La eliminación de las plantas son de la variedad que se cultiva para lograr en todo caso un distanciamiento entre plantas 0.08 a 0.10 m, que significa 15 a 20 plantas por metro lineal con tendencia a mayor producción de grano (Mujica, 1977).

**4. Aporque.** Es preferible efectuar el aporque antes del estado fenológico de panojamiento, muchas veces simultáneamente con el deshierbo, debido a un desbalance con la carga potencial de la parte aérea de la planta, en particular con la de panoja que va adquiriendo mayor peso a medida que alcanza la madurez fisiológica; elevando de esta manera la tasa de caída de las plantas (tumbado) (Mujica, 1977).

**5. Manejo del agua.** Valdivia *et al.*, 1997, señala que la lámina de precipitación mínima requerida para producir quinua es de 300 -

500 mm; Mujica *et al.*, 1998, considera a la quinua como una planta que soporta déficit severos y prolongados de humedad durante las diferentes etapas de su crecimiento y desarrollo; por lo que actualmente en muchos lugares de la zona andina se obtienen rendimientos de hasta 1500 kg/ha, con sólo 190 mm de lluvia durante el periodo de crecimiento. Siendo las fases fenológicas de mayor necesidad de agua la germinación, panojamiento y floración.

#### **1.8.5 COSECHA**

La cosecha al igual que la siembra depende de las condiciones climáticas de cada zona; si la lluvia se retrasa también se posterga el inicio de la cosecha, sobre todo de la siega, caso contrario las temporadas secas aceleran la maduración del grano y se hace urgente la cosecha de la quinua, cuando la coloración de la planta cambia totalmente de verde a tonalidades de amarillo, anaranjado, rojo, púrpura, según la variedad. La época de cosecha es crucial, porque con el retraso se puede perder la producción como consecuencia de la presencia de granizo, que es muy frecuente durante la maduración del grano. En general, la cosecha de quinua según Mujica, 1977, tiene tres momentos:

**1. Siega y Emparvado.** La siega se realiza cuando la planta comienza a secarse, las hojas a desprenderse y cuando la panoja adquiere su verdadero color de madurez o cuando los granos (semillas) han alcanzado la madurez fisiológica. La



operación se torna delicada a medida que sobre madure el cultivo, y se corre el peligro de desgrane simplemente con el movimiento que se hace con la máquina o manualmente. En este caso la siega se debe realizar en las madrugadas cuando las plantas están ligeramente húmedas por el rocío.

El emparvado puede ser obviada cuando se cuenta con una Trilladora Combinada, pero en la práctica sólo se circunscribe a las Estaciones Experimentales, pero es un paso obligado cuando las condiciones ambientales todavía son lluviosas y en las condiciones de las comunidades campesinas; porque la formación de parvas llamados "arcos" sobre capa tendida de paja de Festuca o de cualquier gramínea, es una técnica de secado de la plantas segadas a la interperie y una forma de protección contra la humedad de la lluvia que se presenta al final de la campaña agrícola. La formación de la parvas consiste en colocar capas de panojas entrecruzadas al centro con los tallos hacia fuera hasta una altura mayor de un metro, luego se protege con una cubierta de cebada o de cualquier otra gramínea, quedando finalmente la parva con dos caídas (Mujica, 1977).

**2. Trilla.** La trilla de la quinua se hace normalmente después de 15 días de la siega (Tapia, 1997), cuando el perigonio que cubre la semilla se desprende con facilidad.

Hay dos modalidades para la trilla de quinua: manual, que consiste en golpear las panojas con palos especialmente acondicionados, llamados "huajtanos o jaucañas". Mecánicamente, mediante trilladoras estacionarias.

**3. Secado, Venteo y Almacenamiento.** El grano de quinua, producto de la trilla debe ser inmediatamente expuesto al sol para el secado correspondiente; pues el grano húmedo puede amarillarse en menos de 8 horas, con la consiguiente pérdida del valor comercial.

Una vez seco el grano, se hace el venteado para separar los perigonios, hojuelas y ramas pequeñas; para luego almacenar en sacos de yute o de polipropileno, en almacenes secos y ventilados (Tapia, 1977 y Mujica, 1997).

## **1.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES**

El problema de plagas y enfermedades se acentúa más, por el uso desmesurado e irracional de pesticidas que alteran el equilibrio ecológico con secuelas muy negativas a la sociedad y el medio ambiente.

Durante el ciclo vegetativo de la quinua se registra de 15 (Bravo y Delgado, 1992) a 18 (Alata, 1973) hasta 22 (Zanabria y Banegas, 1997)

**insectos fitófagos, estos, ocasionan daños en forma directa cortando plantas tiernas, masticando y defoliando hojas, picando-raspando y succionando la savia vegetal, minando hojas y barrenando tallos, destruyendo panojas y granos e indirectamente viabilizan infecciones secundarias por microorganismos patógenos.**

**Simultáneamente, las enfermedades que atacan a este cultivo van cobrando mayor importancia; sin embargo, son escasos los estudios integrales sobre identificación, distribución y caracterización de las enfermedades, plantas hospedantes, etiología, ciclo de vida y epidemiología de los patógenos, mecanismos de resistencia y estrategias de prevención o de control (Tapia *et al.*, 1979).**

**Por el momento el mildiú es la enfermedad más importante de la quinua y la que mayores daños causa a la planta en infecciones severas el cultivo puede sufrir una reducción considerable (Danielsen y Ames, 2000).**

**Cuadro N° 1.4. Taxonomía de insectos plaga potenciales en quinua  
*Chenopodium quinoa* Willd (Tapia et al., 1979).**

Nombre científico	Familia	Orden	Características Adultos
<i>Epicauta</i> spp.	Meloidae	Coleóptera	Élitros negros y cuerpo sin pelos; élitros grisáceos y cuerpo terciopelado con márgenes amarillos.
<i>Epitrix</i> sp.	Chrysomelidae	Coleóptera	Fémures posteriores desarrollados.
<i>Frankliniella tuberosi</i> Moulton	Thripidae	Thysanoptera	Piezas bucales asimétricas y alas con flecos.
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Aphididae	Homóptera	Sifones lisos.
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	Aphididae	Homóptera	Sifones reticulados.
<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanch.	Agromyzidae	Diptera	Cápsula cefálica, pleuras torácicas, noto del metatorax amarillas
<i>Agrotis</i> sp.	Noctuidae	Lepidóptera	Alas anteriores, mancha reniforme en el ángulo externo del vannus.
<i>Feltia</i> sp.	Noctuidae	Lepidóptera	Alas anteriores, manchas negras características.
<i>Meloe</i> sp.	Meloidae	Coleóptera	Cuerpo blando y élitros reducidos.
<i>Borogonalia</i> sp.	Cicadellidae	Homóptera	Patas posteriores: tibia 12 pares de espinas
<i>Bergallia</i> sp.	Cicadellidae	Homóptera	Patas posteriores: tibia 10 pares de espinas
<i>Paratanus</i> sp.	Cicadellidae	Homóptera	Patas posteriores: tibia 09 pares de espinas
<i>Perizoma sordescens</i> Dognin	Geometridae	Lepidóptera	Alas anteriores: mancha anular en el vannus
<i>Pachyzancla</i> sp.	Pyralidae	Lepidóptera	Alas anteriores: puntos grisáceo oscuros
<i>Pilobalia</i> sp.	Tenebrionidae	Coleóptera	Élitros con dibujos negros definidos
<i>Hymenia</i> sp.	Pyralidae	Lepidóptera	Alas anteriores: banda transversal y mancha amarillenta

**Cuadro 1.5. Enfermedades de quinua (Danielsen y Ames, 2000).**

Enfermedad	Agente causal	Síntomas	Fitopatología (Diseminación)	Control (Prevención)
<b>Enfermedades de la hoja:</b>				
<b>Mildiú</b>	<i>Peronospora farinosa</i> (Fr) Fr.	La enfermedad se inicia en las hojas inferiores, propagándose hacia las hojas superiores. En la cara superior se observa manchas amarillas pálidas (cloróticas) o rojizas de tamaño y forma variable. En la cara inferior se ve una pelusilla de color plomo o gris violáceo (esporangio y esporangióforos). Los síntomas van aumentando en tamaño y número sucesivamente	A través del viento, lluvias (esporangios) y semilla y suelo (oosporas)	Rotaciones de cultivo, disminuir la humedad en el campo asociación o mezcla de cultivos; uso de variedades resistentes y, aplicando fungicidas foliares como Ridomil, Poliram combi, Cupravit OB-21, Manzate D y Lonacol a una dosis de 1.5 kg/ha (Lázaro, 1984).
<b>Mancha foliar</b> (Boerema et al., 1977)	<i>Ascochyta hyalospora</i> (Cooke & Ell)	Manchas de color pajizo, rodeadas de un halo clorótico. En el centro de las manchas, presencia de puntitos negros que corresponden a los picnidios del patógeno. En ataques severos las manchas confluyen y abarcan toda la lámina foliar causando defoliaciones fuertes	Transmitida por semilla (picnidios). Ampliamente distribuida en la zona andina	Semilla sana, variedades resistentes
<b>Mosaico</b> (Brunt et al., 1996)	Sowbane mosaic sobemovirus	Lesiones cloróticas locales, manchas pequeñas sistémicas, manchas en forma de estrella, deformación de hojas	La enfermedad es transmitida por la semilla	Desconocido
<b>Enfermedades del tallo:</b>				
<b>Pobredumbre marrón del tallo</b> (Otazú & Salas, 1977)	<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveata</i> (Foister)	Presencia de lesiones irregulares de color marrón oscuro a negro que pueden fusionarse y cubrir gran parte del tallo. Caída prematura de la panoja	El patógeno prospera en climas fríos y para infectar necesita de heridas, por ello las granizadas favorecen la propagación.	Drenajes adecuados

62

... tiene

Zancha ojival del tallo (Salas & Otazú, 1975)	<i>Phoma</i> sp.	El patógeno infecta tallos y en menor grado hojas, ramas y flores. En el tallo presencia de lesiones ojivales de color grisáceo claro y bordes marrones, rodeados de un halo de apariencia vítrea. Las hojas presentan manchas y se defolian; las ramas y flores muestran necrosis.	El patógeno es capaz de atacar varias especies de chenopodiáceas. La distribución de la enfermedad está confinada a la zona andina	Variedades resistentes
Lesión errumpente (Salas & Otazú, 1975)	<i>Phoma</i> sp.	Lesiones pequeñas en tallos con apariencia de pústulas errumpentes	El hongo es de ocurrencia cosmopolita	Desconocido
Mancha bacteriana (Otazú & Salas, 1975)	<i>Pseudomonas</i> sp.	En tallos y hojas, inicialmente pequeñas manchas húmedas irregulares; posteriormente, las manchas en hojas de color marrón oscuro y del tallo se necrotizan, provocando lesiones profundas. Las plantas afectadas forman panojas atrofiadas	En campo, las heridas causadas por granizadas viabilizan la propagación de la enfermedad. Las semillas perpetúan el patógeno de una campaña a otra.	Desconocido
<b>Enfermedades de la raíz:</b>				
Falso nematodo del nudo (Cutipa et al., 1975)	<i>Nacobbus</i> sp.	Presencia de agallas o nódulos pequeños en las raíces en cuyo interior se establecen las hembras. Las plantas enfermas muestran enanismo y tienden a marchitarse	El nemátodo fitoparásito, aparentemente, tiene gran adaptabilidad para sobrevivir en climas fríos (9°C promedio). Se halla asociada con otras especies de nematodos fitoparásitos.	Rotación de cultivos, eliminación de plantas hospedantes (malezas)
Pudrición radicular (Barboza et al., en prensa)	<i>Fusarium</i> sp.	Marchitez, lesiones de color marrón oscuro en raíces y raicillas	Patógeno polífago transmitido por el suelo	
Mal de almácigo (damping off) (Barboza et al., en prensa)	<i>Rhizoctonia solani</i>	En infecciones de preemergencia la semilla se pudre y la planta no emerge. En postemergencia las plántulas muestran lesiones hundidas al nivel del cuello, se estrangulan y mueren	Patógeno polífago, afecta un sinnúmero de especies botánicas. Favorecido por la humedad en el suelo. Prospera a temperaturas mayores de 10°C	Desinfección de la semilla y del suelo con PCNB, Rhizoctol

## **1.10 RENDIMIENTO y PRODUCTIVIDAD**

El potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t/ha (Mujica, 1983); sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6 t/ha, en promedio y con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5 t/ha. En condiciones actuales del altiplano peruano-boliviano con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa de 0.85 t/ha, mientras que en los valles interandinos es de 1.5 t/ha.

En lo que respecta a la producción de materia seca después de la cosecha alcanza en promedio a 16.0 t/ha (incluido grano, tallos y broza), pudiéndose obtener en promedio 7.2 t/ha de tallos, 4.7 t/ha de broza (hojas, partes de inflorescencia, perigonios y pedicelos) y 4.1 t/ha de grano (Mujica, 1988).

También se encontró el peso de 1000 semillas que varía de 1.93 a 3.35 g con un promedio de 2.30 g. El contenido de proteína varió de 12.5 a 20.8 % en México y de 14 a 22 % en Perú (Mujica, 1983). Ayala (1977) encontró mayor cantidad de proteína en semillas de menor tamaño, 35-40% en el embrión y 6 a 8 % en el episperma.

Zevallos (1984) reporta que los rendimientos obtenidos son muy diversos, debido principalmente al suelo, humedad, variedad y los cuidados culturales practicados. así mismo señala que los rendimientos van desde los 450 kg/ha hasta los 5000 kg/ha, pudiéndose conseguir promedios que van desde los 1500 a 2000 kg/ha.

Fernández (1986) en la localidad de Allpachaka (Ayacucho) a 3600 msnm; con seis variedades comerciales y dos líneas de quinua, obtuvo lo siguientes rendimientos:

**Cuadro 1.6. Rendimiento de variedades comerciales de quinua en Allpachaka. (Fernández, 1986)**

Orden de línea	Variedad	Rendimiento (kg/ha)
1	Allpachaka 1	2,756.30
2	Blanca de Junín	2,512.50
3	Kancolla	2,465.60
4	Cheweca	2,331.30
5	Blanca de Juli	1,906.30
6	Sajama	1,809.40
7	Allpachaka 2	1,778.10
8	Rosada de Junín	1,368.80

El mayor rendimiento de la línea Allpachaka 1, se debería por su adaptación a la zona de ensayo tal vez por su carácter genético conformado principalmente por la tolerancia mostrada al ataque de kcona – kcona y granizada; además alcanzó la mayor longitud y diámetro de panoja.



El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) presentó la nueva variedad de Quinoa INIA 415 - Pasankalla que posee alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial y con rendimientos superiores a las tres toneladas por hectárea en campo de agricultores, características requeridas para la exportación de esta especie. Además, esta nueva variedad tiene un grano dulce, de dos milímetros de diámetro y contiene 17.4% de proteínas.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente experimento se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, a una altitud de 2730 msnm, 13°08'14" ' Latitud sur y 74°13'14" Longitud oeste; la pendiente del terreno varía de 1.0 a 1.5%.

#### **2.2 HISTORIA DEL TERRENO**

Anterior al presente trabajo de investigación, durante la Campaña Agrícola 2007-2008, se sembró cebada con fines de investigación.

#### **2.3 ANALISIS QUÍMICO DEL SUELO**

Para realizar el análisis químico del suelo, se tomó una muestra de suelo de 20 cm. de profundidad, en diferentes puntos que representaban la superficie del terreno experimental, se remitió un kilo

de muestra homogenizada al Laboratorio de Suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el resultado fue el siguiente:

**Cuadro N° 2.1. Análisis Químico y Físico del Suelo**

<b>QUIMICOS</b>	Materia orgánica (%)	Walkley Black	1.36	Bajo
	N total (%)	Semimicro Kjeldhal	0.07	Muy Bajo
	P disponible (ppm)	Bray Kurtz I	30.22	Alto
	K disponible (ppm)	Turbidimetría	314.38	Alto
	pH	Potenciómetro	6.9	Ligeramente ácido
<b>FÍSICOS</b>	Arena (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	52.1	
	Limo (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	17.2	
	Arcilla (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	30.7	
	Clase textural			Franco Arcilloso

El análisis químico y físico del suelo, como se muestra en el cuadro, da como resultado que se tiene un suelo de textura franco arcilloso, con un pH de 6.90 determinado en H<sub>2</sub>O que corresponde a un suelo de reacción ligeramente ácido, valor que está dentro del rango que la mayoría de las plantas prefieren y en el que pueden expresar mejor su potencialidad de crecimiento. El porcentaje de Materia Orgánica (1.36) corresponde a un suelo pobre, y el contenido del Nitrógeno Total (0.07%) es muy bajo, mientras que el Fósforo disponible (30.22 ppm) y el Potasio disponible (314.38 ppm), se encuentran en cantidades altas; (Ibáñez y Aguirre, 1983).

## **2.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los datos climáticos (temperatura y precipitación) de la campaña agrícola 2008 - 2009, fueron tomados de la de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

A partir de la tabulación de datos de temperatura máxima, mínima y promedio mensual, de la precipitación mensual se obtiene la evapotranspiración potencial y evapotranspiración corregido del cual restante se obtiene el exceso y déficit de precipitación, los cuales constituyen parámetros de balance hídrico que sirve para la programación de actividades agropecuarias y forestales. ONERN (1979).

Las temperaturas registradas se muestran en el Cuadro N° 2.1 y Figura N° 2.1 para la campaña (2008 - 2009). La temperatura máxima promedio mensual es de 27.70 °C, que se registró en el mes de noviembre y la temperatura promedio mínima mensual de 1.60 °C, que se registró en el mes de julio; en cuanto a la precipitación pluvial y balance hídrico; se tuvo una precipitación total anual de 561.6 mm, dándose las máximas precipitaciones en los mese de enero y febrero.

El balance hídrico se realizo utilizando el método de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), con la cual se determinó los meses de exceso y déficit de humedad.

**Cuadro N° 2.2** Temperaturas (máximas, mínimas, promedios), Precipitaciones Medias y Balance Hídrico Mensual (julio 2008 a junio 2009), Pampa del Arco, 2772 msnm. – Ayacucho

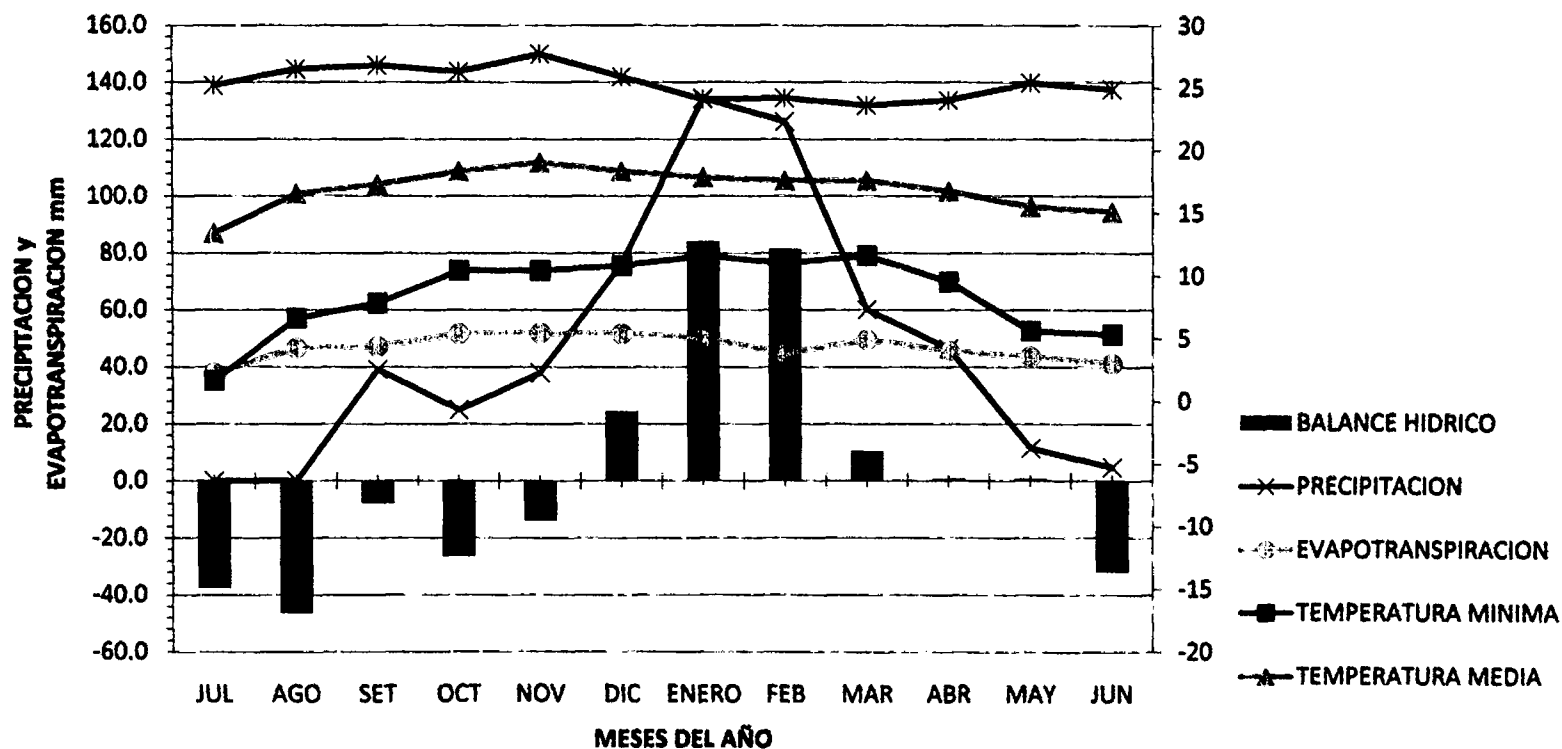
**DATOS:**

Estación meteorológica : Pampa del Arco  
 Altitud : 2772 msnm  
 Coordenadas : 13°08'14" LS  
 74°13'14" LO

DESCRIPCION	AÑO 2008						AÑO 2009						TOTAL ANUAL
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
T° Max med-men (°C)	25.20	26.50	26.80	26.30	27.70	25.90	24.10	24.20	23.60	24.00	25.40	24.90	
T° Min med-men (°C)	1.60	6.60	7.80	10.40	10.40	10.80	11.60	11.00	11.60	9.50	5.60	5.30	
T° Med-men (°C)	13.40	16.55	17.30	18.35	19.05	18.35	17.85	17.60	17.60	16.75	15.50	15.10	
Número de días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	
Factor mensual para ETP	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	
Precipitación (mm)	0.00	0.00	39.10	25.00	37.90	76.20	134.40	126.20	60.10	46.40	11.50	4.80	561.60
Evapotranspiración Potencial (mm)	66.46	82.09	83.04	91.02	91.44	91.02	88.54	78.85	87.30	80.40	76.88	72.48	989.50
Factor de corrección	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	
Evapotranspiración Corregida (mm)	37.72	46.59	47.13	51.66	51.90	51.66	50.25	44.75	49.55	45.63	43.63	41.14	
Humedad del suelo (mm)	-37.72	-46.59	-8.03	-26.66	-14.00	24.54	84.15	81.45	10.55	0.77	-32.13	-36.34	
Exceso de humedad en el suelo (mm)						24.54	84.15	81.45	10.55	0.77			
Déficit de humedad en el suelo (mm)	37.72	46.59	8.03	26.66	14.00						32.13	36.34	

Figura Nº 2.1: Precipitación; Balance Hídrico; evapotranspiración; y, temperatura máxima, mínima y media Mensual - Estación Meteorológica Pampa del Arco

## BALANCE HÍDRICO Y CLIMATOGRAMA DEL AÑO 2008 - 2009 ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PAMPA DEL ARCO



## 2.5 MATERIAL GENÉTICO

El material genético estuvo conformado de 11 cultivares de quinua de grano amarillo, procedentes de las provincias de La Mar, Huamanga y Huanta, seleccionados en el Programa de Cultivos Andinos de la Estación Experimental Agraria Canaán (EEAC) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), adicionalmente se incluyó un compuesto formado por la mezcla balanceada de las 11 poblaciones base. Una réplica de los 11 cultivares se encuentra en el Banco de Germoplasma de Recursos Genéticos del INIA – Ayacucho. Los cultivares fueron identificados como CQA-01, CQA- 02, CQA - 03, CQA - 04, CQA-05, CQA - 06, CQA - 07, CQA - 08, CQA - 09, CQA - 10 y CQA - 11.

**Cuadro N° 2.3** Procedencia de los cultivares de quinua

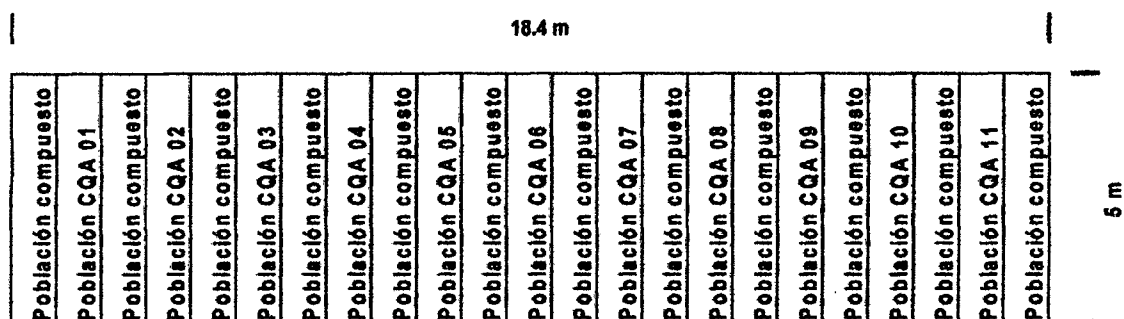
Cultivar	Provincia	Distrito	Lugar
CQA - 01	La Mar	San Miguel	Patibamba
CQA - 02	La Mar	San Miguel	Chilinga
CQA - 03	La Mar	San Miguel	Tranca
CQA - 04	Huamanga	Quinua	Chihuampampa
CQA - 05	Huamanga	Quinua	Chihuampampa
CQA - 06	Huanta	Huamanguilla	Cochani
CQA - 07	Huanta	Iguaín	Cora cora
CQA - 08	Huanta	Huamanguilla	Cochani
CQA - 09	Huanta	Huamanguilla	Cochani
CQA - 10	Huanta	Huamanguilla	Chilcaccasa
CQA - 11	Huanta	Huamanguilla	Huamanguilla

## 2.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformada por una planta de quinua, para tal propósito se instalaron plantas sembradas en 1 surco de 5 m de largo, 0.80 m de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 12 kg/ha, en el desahije se dejaron aproximadamente 15 a 20 plantas por metro lineal.

## 2.7 ESTABLECIMIENTO DEL CAMPO DE CULTIVO

En el presente gráfico se puede apreciar el esquema del campo de cultivo.



Características del campo de cultivo:

- Largo del campo 18.4 m
- Ancho del campo 5.0 m
- Área del campo 92.0 m<sup>2</sup>
- Número de surcos 23
- Distancia entre surcos 0.80 m



## 2.8 TAMAÑO DE MUESTRA

Cada población base estuvo formada mínimo de 75 plantas, excepto el compuesto que estuvo formada de 900 plantas. El tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes fórmulas de tamaño de muestra.

Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

$$n = \frac{NPQ}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + PQ} = \frac{75 \cdot 0.95 \cdot 0.05}{(75-1)\left(\frac{0.125}{1.96}\right)^2 + 0.95 \cdot 0.05} = 11$$

Donde:

- N = tamaño de la población
- P = proporción de plantas típicas esperada (95% = 0.95)
- Q = proporción de plantas atípicas esperada (5% = 0.05)
- Z = 1.96 valor de Z para 95% de confianza
- B = error absoluto

Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{75 \cdot 144}{(75-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 144} = 19$$

Donde:

- N = tamaño de la población
- $\sigma^2$  = Varianza de la población
- Z = 1.96 valor de Z para 95% de confianza
- B = error absoluto

En resumen, para caracteres cualitativos se tomó una muestra de 12 plantas, mientras que para caracteres cuantitativos se tomó 20 plantas.

## **2.9 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS**

### **CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD**

Los caracteres de productividad se evaluaron en 20 plantas igualmente competitivas, tomadas al azar de la parte central del surco; para lo cual se hizo uso de **descriptores de caracterización de quinua** publicadas por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF); con la finalidad de registrar las características de alta heredabilidad que puedan observarse fácilmente y sean capaces de expresarse en cualquier medio ambiente.

- **Diámetro de tallo (mm).** Este parámetro se evaluó en la madurez fisiológica, por debajo de la panoja.
- **Longitud máxima del peciolo (mm).** Se evaluó midiendo el peciolo de las hojas ubicadas en el segundo tercio de la planta.
- **Ancho de hoja (mm).** Se evaluó midiendo la parte más ancha de las hojas ubicadas en el segundo tercio de la planta.
- **Longitud de hoja (mm).** Se evaluó midiendo la longitud máxima de las hojas ubicadas en el segundo tercio de la planta.

- **Longitud del tallo (cm).** Este parámetro se evaluó en la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta la base de la panoja principal, se tomó la medida en cm.
- **Longitud de la panoja (cm).** La longitud de panoja se consideró a la madurez fisiológica, desde la base de la panoja hasta el extremo distal de la misma.
- **Diámetro de panoja (mm).** El diámetro de panoja se consideró a la madurez fisiológica, esta medida fue tomada en la parte más ancha de la panoja.
- **Peso de panoja (g).** Se cosecharon por separado 15 panojas de las cuales se determinó el peso de la panoja (en madurez de cosecha).
- **Peso de grano/panoja (g).** Después de haber trillado el grano de la panoja cosechada por separado, se procedió con el pesado de grano por panoja (g).
- **Tamaño de grano (mm).** Se tomó la medida de 25 granos de quinua por cultivar, las cuales se midieron haciendo uso de un vernier.
- **Número de granos/panoja.** Se determinó en base al peso de 1000 semillas y peso de grano por panoja.
- **Peso de 1000 semilla (g).** Se tomó 3 repeticiones del peso de 250 semillas por muestras, luego fueron expresadas en peso de 1000 semillas.

- **Número de plantas/m<sup>2</sup>.** Se tomó el número de plantas de la parte central del surco eliminando un metro en los extremos de cada surco, este conteo fue reducido al número de plantas por metro cuadrado.
- **Rendimiento (kg/ha).** Se registró el peso del grano trillado, esta medida se expresó en kg/ha El rendimiento se determinó cosechando las panojas de la parte central de cada surco, eliminando un metro en cada extremo.

## **CARACTERES DE PRECOCIDAD**

**Características morfológicas de los cultivares.** Los caracteres morfológicos se evaluaron en 12 plantas igualmente competitivas, tomadas al azar de la parte central del surco.

- **Emergencia (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando el 50 % del área sembrada se observó las plántulas.
- **Días al estado de cuatro hojas verdaderas (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las cuatro hojas verdaderas extendidas.
- **Días al inicio de ramificación (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas se observaron ocho hojas

verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.

- **Días al inicio de panojamiento (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que en el 50 % + 1 de las plantas, la inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes.
- **Días al panojamiento (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron la inflorescencia sobresaliente con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman.
- **Días al inicio de floración (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron la flor hermafrodita apical abierta, mostrando los estambres separados.
- **Días a la floración o antesis (dds).** Se determinó cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encontraron abiertas, esta observación se realizó a medio día.
- **Días al estado de grano lechoso (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja y que al ser presionados explotaron y dejaron salir un líquido lechoso.

- **Días al estado de grano pastoso (dds).** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron los frutos que al ser presionados tenían una consistencia pastosa de color blanco.
- **Días a la madurez fisiológica (dds).** Se tomó en cuenta el número de días desde la siembra hasta la cosecha; cuando el grano formado al ser presionado por las uñas presentó resistencia a la penetración y el contenido de humedad del grano varió de 14 a 16%, se realizó teniendo en cuenta las condiciones óptimas para su comercialización y estos superen más del 50% de la población de plantas en cada uno de los surcos.

## **2.10 ANALISIS GENÉTICO**

### **1.- Selección por caracteres**

Se seleccionó de las variables originales aquellas que son realmente relevantes; para lo cual se hizo uso del método de *stepwise*, (o regresión por pasos). Este método utiliza una combinación de tres procedimientos, en cada paso se introduce o elimina una variable dependiendo de la significación de su capacidad discriminatoria. Permite además la posibilidad de “arrepentirse” de decisiones tomadas en pasos anteriores, bien sea eliminando del conjunto seleccionado la variable introducida en un paso anterior del procedimiento, bien sea seleccionando una variable previamente

eliminada. Este método busca los subconjuntos de mayor capacidad clasificatoria según diferentes criterios.

El procedimiento general consiste en los siguientes pasos:

- (a) Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión de todo el modelo (incluye todas las variables independientes).
- (b) Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con la variable independiente más importante.
- (c) Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con las variables restantes por diferencia del modelo total y la variable más importante.

## 2. Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección

Esquema del análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Cultivar	10	CMc
Error	99	CMe
Total	109	

Variación ambiental:  $\sigma_e^2 = CMe/r$

Variación genética:  $\sigma_g^2 = (CMc - CMe)/r$

Variación fenotípica = Variación ambiental + variación genética

### Calculo de heredabilidad:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2 / r}$$

Donde:

$h^2$  = heredabilidad

$\sigma_g^2$  = Variancia genética

$\sigma_e^2$  = Variancia ambiental

$r$  = Número de repeticiones

La **ganancia por selección** se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$GS = \frac{(\bar{X}_S + \bar{X}_P)}{2} \times h^2$$

Donde:

$\bar{X}_S$  = Promedio del rendimiento de la selección.

$\bar{X}_P$  = Promedio del rendimiento poblacional.

$h^2$  = heredabilidad

## 2.11 INSTALACION Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

- 1. Preparación del Terreno.** Se realizó con una pasada de arado de disco y rastra dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado aprovechándose la limpieza de piedra y malezas. Luego de realizó el surcado a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos. La preparación del terreno se realizó el 20 de noviembre del 2008.



- 2. Fertilización.** La fórmula de fertilización empleado en el presente trabajo experimental fue de 80 – 80 - 40 kg/ha de NPK, utilizando como fuentes la úrea (46%N), Fosfato di Amoniaco (18% N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Cloruro de Potasio (60% K<sub>2</sub>O). Previa a la siembra se mezcló los fertilizantes y se incorporó manualmente a “chorro continuo” al fondo de los surcos, cubriendo luego con una delgada capa de tierra, el nitrógeno se aplicó en 2 partes (en la siembra y en el aporque). El fósforo y potasio se aplicaron todo a la siembra.
- 3. Siembra.** Se realizó el 01 de diciembre de 2008 con una densidad de siembra de 12 kg/ha, depositándose la semilla en el fondo del surco a chorro continuo y procediendo al tapado con rastrillo.
- 4. Riego.** El cultivo se condujo bajo condiciones de precipitación pluvial, complementándose con tres riegos durante el periodo vegetativo del cultivo, por la ausencia de la precipitación. Los riegos se realizaron por gravedad a los 22, 95 y 110 días después de la siembra.
- 5. Control de Malezas.** Se realizó con la finalidad de evitar la competencia con el cultivo, el control se efectuó manualmente. Durante la conducción del cultivo se realizó dos veces la limpieza de malezas. Esta labor se efectuó a los 22 y 70 días después de la siembra; por consiguiente se evitó la competencia con el cultivo y se mantuvo “limpio” el campo experimental.

6. **Desahije.** Se realizó antes del aporque a los 39 días después de la siembra, dejando aproximadamente 10 cm. entre plantas. En esta labor se aprovechó para eliminar las plantas atípicas.
7. **Aporque.** Se realizó a los 40 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron una altura de 25 cm y la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno; cubriéndose la base de las plantas con tierra, para un mayor sostenimiento y anclaje de las plantas; al mismo tiempo se eliminó las maleza favoreciendo un mayor desarrollo radicular.
8. **Control Fitosanitario.** La plaga más importante que se presentó fue el perforador de hojas *Diabrotica* sp (Coleóptero: *chrysomelidae*). Se realizó el control al momento de la emergencia y en el momento del aporque, utilizando el producto químico Ciperklin 25 a la dosis de 0.13 lt por ha.

La enfermedad que se presentó fue el mildiú, que tuvo una incidencia en un 25% en las plantas, controlándose con ridomil a 0.33 lt por hectárea y benlate en polvo 67 cm<sup>3</sup> por hectárea.

9. **Cosecha.** Se realizó previa evaluación de la madurez de cosecha de los granos, muestreando la parte central de los surcos para evaluar el rendimiento, cortando y guardando las panojas en

costales con su respectiva etiqueta de identificación. El secado se hizo al sol sobre mantones, posteriormente se procedió a la trilla en forma manual luego de ventear se procedió al pesado en una balanza analítica en el programa de pastos del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.

La cosecha se realizó del 20 al 25 de abril del 2009.

## **2.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de las variables de productividad se realizó mediante el análisis de variancia correspondiente al Diseño Experimental Completamente Randomizado (DCR) y la prueba de contraste de Tukey; la selección y respuesta a la selección se analizaron mediante la regresión múltiple y análisis de variancia en el DCR para el cálculo de los parámetros genéticos (componentes de variancia y heredabilidad; la caracterización morfológica se analizó mediante métodos de estadística descriptiva.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados que se muestran corresponden al ensayo preliminar de rendimiento de quínea en el campo experimental y son expuestos en función de los objetivos planteados en el presente trabajo experimental, dando una explicación a cada uno de los parámetros evaluados.

#### **3.1. PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVARES**

En el cuadro 3.1 se muestran los cuadrados medios del análisis estadístico (ANVA) para cada variable de rendimiento evaluado, donde podemos observar que existe una diferencia altamente significativa en dichos caracteres; es decir, que existe una diferencia en los promedios; por lo que se realizó la prueba de contraste Tukey (0.05) para establecer las diferencias o semejanzas entre los diferentes promedios de los caracteres evaluados en los cultivares en estudio.

**Cuadro 3.1 Cuadrados medios del análisis de variancia para caracteres de productividad de 11 selecciones de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.).  
Canaán 2730 msnm, Ayacucho.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios											
		Diámetro de tallo	Longitud de peciolo	Área de hoja	Longitud de hoja	Altura de planta	Longitud de panocha	Diámetro de panocha	Peso de panocha	Peso de grano por panocha	Tamaño de grano	Nº granos por panocha	Arrendizaje por hectárea
Cultivar	10	3.45 **	255.66 **	403.31 **	423.93 **	290.82 **	4262.67 **	607.39 **	313.77 **	109.58 **	0.09 **	13589943 **	2218064 **
Error	99	0.51	33.34	101.91	72.99	40.02	968.59	115.59	64.94	20.60	0.02	1976393	656838
Total	109												
Promedio		4.89	48.30	76.24	82.09	110.73	213.99	70.14	26.95	15.58	2.09	4774	2963
CV		14.56	11.95	13.24	10.41	5.71	14.54	15.33	29.90	29.13	6.53	29.45	27.36

### 1.1.1 Diámetro de tallo principal

**Cuadro 3.2.** Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de tallo de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de tallo (mm)	ALS (Tukey) 0.05			
CQA - 11	5.8	a			
CQA - 07	5.4	a	b		
CQA - 10	5.3	a	b		
CQA - 03	5.2	a	b	c	
CQA - 01	5.1	a	b	c	
CQA - 08	4.9	a	b	c	
CQA - 09	4.9	a	b	c	
CQA - 02	4.8	a	b	c	
CQA - 06	4.5		b	c	d
CQA - 04	4.2			c	d
CQA - 05	3.7				d

Como se puede observar en el cuadro 3.2, los promedios obtenidos para los cultivares son estadísticamente diferentes, presentando un coeficiente de variación de 14.56%, la cual se muestra en el cuadro 3.1 el cual nos indica que existe poca heterogeneidad respecto al diámetro del tallo; el 63.6% de los cultivares presentan un diámetro superior a la del promedio poblacional (4.89 mm), el cultivar CQA - 11, presenta el mayor diámetro con 5.8 mm, siendo esta superior en un 36% al cultivar CQA-05, que presentó un diámetro de tallo de 3.7mm.

Huancahuari (1996) observó que en condiciones del Puericultorio "Andrés Vivanco Amorín – Ayacucho, que los cultivares CH-27-91 y Amarillo Maranganí tuvieron el mayor diámetro del tallo principal con 13.70 mm, y los cultivares que presentaron el menor diámetro fueron CH – 07 – 91, Cheweca y CH – 22 – 91 con 9.60, 9.30 y 9.10 mm respectivamente; promedios que están muy por encima de los promedios encontrados, el mayor promedio obtenido por Huancahuari es superior en un 136% respecto al mayor obtenido en el presente trabajo y el menor valor reportado por este mismo autor es superior en 57% respecto al mayor valor obtenido en el presente trabajo.

Sulca (1989), menciona que el diámetro del tallo está influenciado por la duración del ciclo vegetativo, característica que no se observa en la investigación realizada; siendo esta posiblemente un carácter genético con interacción del medio ambiente.

### 1.1.2 Longitud máxima del peciolo

**Cuadro 3.3.** Prueba de Tukey para los promedios de la longitud de peciolo de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Longitud de peciolo (mm)	ALS (Tukey) 0.05				
CQA - 07	56.0	a				
CQA - 11	54.6	a	b			
CQA - 03	52.1	a	b			
CQA - 06	50.9	a	b	c		
CQA - 08	48.9	a	b	c	d	
CQA - 10	48.6	a	b	c	d	e
CQA - 04	47.8	a	b	c	d	e
CQA - 01	47.2		b	c	d	e
CQA - 05	43.2			c	d	e
CQA - 02	41.7				d	e
CQA - 09	40.3					e

En el cuadro 3.3, se puede observar que el 54.5% de los cultivares presentan la longitud de peciolo mayor al promedio poblacional (48.30 mm), los cultivares CQA-07, CQA-11, CQA-03 presentan el mayor promedio en cuanto a la longitud del peciolo con 56.0, 54.6 y 52.1 mm respectivamente; existiendo una diferencia hasta de 7% entre los tres cultivares; y, de 28% de longitud de peciolo entre el cultivar CQA-07 y el cultivar CQA-09; siendo este último el que presentó el menor promedio en la longitud de peciolo. El coeficiente de variación de este carácter es de 11.95%, presentando una dispersión no muy alta.



Huancahuari (1996) reporta que los cultivares que obtuvieron la mayor longitud de peciolo fueron Mantaro, Cheweca, CH – 06 – 91, Amarillo Maranganí y CH – 27 – 91 con longitudes de 54.80, 54.30, 52.0, 50.50 y 50.50 mm respectivamente y los cultivares con menor longitud de peciolo CH – 31 – 91, CH – 15 – 91, CH – 07 – 91 y CH – 22 – 91, con 40.0, 39.30, 36.30 y 36.20 mm de longitud respectivamente.

En el presente trabajo, se obtuvieron resultados más altos, existiendo una diferencia de 2% respecto al mayor valor reportado por Huancahuari.

### 1.1.3 Ancho de hoja

**Cuadro 3.4.** Prueba de Tukey para los promedios del ancho de hoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Ancho de hoja (mm)	ALS (Tukey) 0.05
CQA - 07	85.3	a
CQA - 11	82.1	a
CQA - 03	81.4	a
CQA - 04	78.8	a b
CQA - 05	78.5	a b
CQA - 06	76.5	a b
CQA - 01	76.5	a b
CQA - 10	75.9	a b
CQA - 08	72.9	a b
CQA - 09	65.4	b
CQA - 02	65.3	b

El ancho promedio de las hojas que presentaron los cultivares de quinua en estudio varia de 65.3 a 85.3 mm, como se muestra en el cuadro 3.4. El cultivar CQA-07, presenta 10% más de ancho de hoja respecto a los cultivares CQA-06 y CQA-01; y, 23% más respecto a los cultivares CQA-09 y CQA-02, el coeficiente de variación es de 13.24%, la heterogeneidad no es muy alta entre los cultivares respecto al ancho de la hoja; el 63% de los cultivares presentan el ancho de la hoja superior a la del promedio poblacional (76.24 mm).

Huancahuari (1996) encontró los valores más altos del ancho de las hojas en los cultivares Mantaro, Amarillo Maranganí, y Cheweca con promedios de 69.50, 68.30 y 64.50 mm respectivamente y el cultivar que presentó el menor promedio del ancho de las hojas fue CH-06-91 con 43.30 mm. Los resultados obtenidos por Huancahuari reportan datos entre 19% y 49% menores respecto al mayor dato obtenido en el presente estudio.

### 3.1.4 Longitud de hoja

**Cuadro 3.5.** Prueba de Tukey para los promedios de longitud de hoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

CQA - 07	93.8	a			
CQA - 11	89.6	a	b		
CQA - 06	87.6	a	b	c	
CQA - 10	84.0	a	b	c	d
CQA - 04	83.6	a	b	c	d
CQA - 03	81.8	a	b	c	d
CQA - 05	80.8		b	c	d
CQA - 01	76.9			c	d
CQA - 02	76.5			c	d
CQA - 08	76.4			c	d
CQA - 09	72.0				d

El promedio de la longitud de hoja de los cultivares en estudio, varía de 72 mm a 93.8 mm, existiendo entre ellos una diferencia de hasta 23%. Los cultivares que presentan la mayor longitud en cuanto al largo de la hoja son CQA-07 y CQA-11 con 93.8 y 89.6 mm, respectivamente, y, con los más bajos promedios los cultivares CQA-01, CQA-02, CQA-08, CQA-09 con 76.9, 76.5, 76.4, 72.0 mm, respectivamente. El promedio poblacional es de 82.09 mm y el 45% de los cultivares presentan longitudes mayores a este, la variabilidad de este carácter es de 10.41%.

Huancahuari (1996) reporta que los cultivares que obtuvieron la mayor longitud de largo de la hoja fueron Cheweca,

Mantaro, CH – 25 – 91 y CH – 27 – 91 con longitudes de 70.80, 67.50, 66.50, 66.00 mm, respectivamente, y los valores más bajos los cultivares CH – 06 – 91, CH – 22 – 91 y CH – 07 – 91 con valores de 52.80, 49.30, 49.00 mm, respectivamente. Los resultados obtenidos por Huancahuari son mucho menores a los obtenidos en el experimento, pudiendo esto deberse a que el largo de hoja es un factor varietal.

### 3.1.5 Longitud de tallo

**Cuadro 3.6.** Prueba de Tukey para los promedios de longitud de tallo de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Longitud de tallo (cm.)	ALS (Tukey) 0.05		
CQA - 07	119.8	a		
CQA - 03	116.6	a	b	
CQA - 11	116.2	a	b	
CQA - 10	113.1	a	b	
CQA - 01	111.3	a	b	c
CQA - 06	110.7	a	b	c
CQA - 04	109.0		b	c
CQA - 08	107.5		b	c
CQA - 09	107.4		b	c
CQA - 02	103.6			c
CQA - 05	102.8			c

Como se puede observar en el cuadro 3.6, el cultivar que presentó la mayor longitud de tallo a la madurez fisiológica es CQA-07 con 119.80 cm, y, con el promedio más bajo el cultivar

CQA-05 con 102.8 cm; entre los cultivares estudiados, la longitud del tallo tiene una variación de hasta 17 cm, representando esta un 14% de diferencia entre los cultivares CQA-07 y CQA-05. El coeficiente de variación es de 5.71%, el cual nos indica que las variedades presentan poca diferencia en cuanto a la longitud del tallo principal.

Trucios (2007) reporta que en condiciones de Yauli – Huancavelica, los cultivares Nariño, Huacariz, presentan la mayor altura de planta con 156 y 144 cm, respectivamente, y los cultivares Jujuy y Real Boliviana los más bajos valores con 72 y 62 cm, respectivamente; Trucios encontró valores de 130% más en la altura de planta respecto al mayor valor obtenido en el presente trabajo y 40% menos respecto al menor valor encontrado en el presente estudio.

### 3.1.6 Longitud de panoja

**Cuadro 3.7.** Prueba de Tukey para los promedios de la longitud de panoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

CQA - 10	238.5	a		
CQA - 07	231.5	a	b	
CQA - 09	228.5	a	b	
CQA - 08	226.5	a	b	c
CQA - 01	225.6	a	b	c
CQA - 11	221.5	a	b	c
CQA - 06	217.0	a	b	c
CQA - 03	213.8	a	b	c
CQA - 02	188.1		b	c
CQA - 04	181.5			c
CQA - 05	181.4			c

El promedio de longitud de panoja de los cultivares de quinua analizadas en el presente trabajo, varían de 238.5 mm a 181.4 mm, siendo el cultivar CQA-10 quien obtuvo el mayor promedio de longitud de panoja y los cultivares CQA-04, CQA-05 reportaron los más bajos promedios con 181.5, 181.4 mm, respectivamente; representado estas una diferencia de 24% respecto al cultivar CQA-10, el cultivar CQA-03 representa el 90% de la longitud de panoja respecto al cultivar CQA-10. El 73% de los cultivares en estudio presentan una longitud de panoja mayor de 213 mm.; el coeficiente de variación es de 14.54%.

Fernández (1986) para los cultivares Allpachaka 1, blanca Junín, Allpachaka 2, Sajama, Blanca de Juli, kancolla, Cheweca, Rosada de Junín, encontró valores de longitud de 268.0, 220.0, 218.0, 215.0, 208.0, 207.0, 189.0 y 176 mm, respectivamente.

Huacahuari (1996) encontró resultados de 641.30, 620.50 mm, para los cultivares CH-14-91 y Mantaro, respectivamente y valores de 369.70 y 288.70 mm, para los cultivares CH-247-91 y CH-25-91, respectivamente, siendo estos resultados muy superiores de hasta 269% a los encontrados en el presente experimento.

### 3.1.7 Diámetro de panoja

**Cuadro 3.8.** Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de panoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja (mm)	ALS (Tukey) 0.05		
CQA - 07	87.0	a		
CQA - 10	76.3	a	b	
CQA - 06	74.6	a	b	c
CQA - 05	73.7	a	b	c
CQA - 09	73.3	a	b	c
CQA - 11	68.1		b	c
CQA - 03	66.3		b	c
CQA - 08	65.7		b	c
CQA - 01	64.5		b	c
CQA - 04	62.6		b	c
CQA - 02	59.4			c

En el cuadro 3.8 se muestra que el cultivar con mayor promedio de diámetro de panoja es CQA-07 con 87 mm, y, con el menor promedio el cultivar CQA-02 con 59.4 mm; existiendo una diferencia de hasta 32% entre los cultivares en estudio, el 45.5% de los cultivares presentan diámetros mayores a 70 mm; el 54.5% de los cultivares presentan valores menores de 69 mm. Respecto a este carácter evaluado, los promedios de los cultivares varían en un 15.33%.

### 3.1.8 Peso de panoja

**Cuadro 3.9.** Prueba de Tukey para los promedios del peso de panoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de panoja (g)	ALS (Tukey) 0.05			
CQA - 07	35.0	a			
CQA - 04	34.1	a	b		
CQA - 06	31.7	a	b	c	
CQA - 03	30.1	a	b	c	
CQA - 01	27.9	a	b	c	d
CQA - 10	26.4	a	b	c	d
CQA - 09	26.4	a	b	c	d
CQA - 11	24.8	a	b	c	d
CQA - 05	22.9		b	c	d
CQA - 08	19.9			c	d
CQA - 02	17.3				d

El peso de panoja en las diferentes cultivares evaluados muestra diferencia estadística, y al realizar la prueba de Tukey (0.05), en el cuadro 3.9, podemos observar que el 36.4% de los



cultivares presentan promedios superiores a 30 g, y el 45.5% de los cultivares alcanzaron promedios de peso de panoja entre 28 y 22.9 g; y el 18.1% de los cultivares presentaron promedios por debajo de 20 g. La variación de los promedios de peso de panoja es amplia existiendo una variación de 29.9%.

### 3.1.9 Peso de grano por panoja

**Cuadro 3.10.** Prueba de Tukey para los promedios del peso de grano por panoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de grano/panoja (g)	ALS (Tukey) 0.05			
CQA - 04	20.9	a			
CQA - 06	20.4	a	b		
CQA - 07	17.7	a	b	c	
CQA - 01	16.1	a	b	c	d
CQA - 09	16.1	a	b	c	d
CQA - 10	16.0	a	b	c	d
CQA - 03	15.2	a	b	c	d
CQA - 11	13.8		b	c	d
CQA - 05	13.3			c	d
CQA - 08	11.8			c	d
CQA - 02	10.1				d

En el cuadro 3.10, se muestra el peso de grano por panoja, observándose que los cultivares CQA-04 y CQA-06 tienen los más altos promedios con valores de 20.9 y 20.4 g, respectivamente, y el de menor promedio el cultivar CQA-02 con 10.1 g, existiendo una diferencia de 52% entre los cultivares CQA-

04 y CQA-02; el 18% de los cultivares tienen más de 20 g de peso de grano por panoja, y el 45% de los cultivares presentan el peso de grano por panoja menor a 15 g.

### 3.1.10 Tamaño de grano

**Cuadro 3.11.** Prueba de Tukey para los promedios del tamaño de grano de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Tamaño de grano (mm)	ALS (Tukey) 0.05		
CQA - 03	2.220	a		
CQA - 06	2.195	a		
CQA - 10	2.170	a	b	
CQA - 09	2.150	a	b	
CQA - 11	2.085	a	b	c
CQA - 01	2.080	a	b	c
CQA - 04	2.075	a	b	c
CQA - 08	2.070	a	b	c
CQA - 02	2.020	a	b	c
CQA - 05	1.980		b	c
CQA - 07	1.895			c

El tamaño de grano para los cultivares en estudio varía de 1.895 mm a 2.220 mm, presentando el 81.8 % de los cultivares presentan granos de tamaño grande (mayor a 2.0 mm) y el 18.2% de los cultivares presentan granos de tamaño mediano (de 1.5 a 2.0 mm).

### 3.1.11 Número de granos por panoja

**Cuadro 3.12.** Prueba de Tukey para los promedios del número de granos por panoja de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Nº granos por panoja	ALS (Tukey) 0.05			
CQA - 04	6496.2	a			
CQA - 06	6259.7	a	b		
CQA - 07	6159.9	a	b		
CQA - 10	4966.1	a	b	c	
CQA - 11	4809.6	a	b	c	d
CQA - 09	4714.5	a	b	c	d
CQA - 05	4404.1		b	c	d
CQA - 01	4373.5		b	c	d
CQA - 03	4041.6			c	d
CQA - 08	3543.1			c	d
CQA - 02	2747.8				d

Los cultivares CQA-04, CQA-06 y CQA-07 presentan el número de grano por panoja mayor a 6159 granos, representando estas el 27% de los cultivares, el 18% de los cultivares presentan menos de 4000 granos por panoja; el cultivar CQA-02 difiere del cultivar CQA-04 en 58% respecto al número de granos por panoja, La variabilidad de los promedios de estos cultivares es amplia, siendo el coeficiente de variación 29.45%.

### 3.1.12 Rendimiento de grano por hectárea

**Cuadro 3.13.** Prueba de Tukey para los promedios del rendimiento de grano por hectárea de 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Rendimiento de grano por hectárea (kg/ha)	ALS (Tukey) 0.05		
CQA_04	3754	a		
CQA_10	3386	a	b	
CQA_06	3265	a	b	
CQA_03	3157	a	b	c
CQA_01	3066	a	b	c
CQA_11	3016	a	b	c
CQA_09	2885	a	b	c
CQA_08	2857	a	b	c
CQA_07	2838	a	b	c
CQA_05	2278		b	c
CQA_02	2085			c

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.13, el 54.4 % de los cultivares presentaron un rendimiento superior a 3000 kg/ha, siendo el cultivar CQA – 04 quien obtuvo el mayor rendimiento con 3754 kg/ha, el 18% de los cultivares presentaron un rendimiento menor a 2300 y mayor a 2000 kg/ha. El rendimiento es estos cultivares tiene mucha heterogeneidad, estos promedios varían de 2085 a 3754 kg/ha, siendo el coeficiente de variación de 27.36%.

Núñez (1994) en condiciones del INIA \_ Canaán, obtuvo el más alto rendimiento de 3007 kg/ha con el cultivar Ayacuchana

INIA y el más bajo rendimiento en el cultivar Roja de Coporaque con 1002 kg/ha; del mismo modo Huancahuari (1996) encontró el máximo rendimiento en al cultivar Mantaro con 8721.10 kg/ha y el mínimo rendimiento con el cultivar CH – 06 -91 con 2516.90 kg/ha; Núñez reportó rendimientos menores en un 20% al obtenidos en este trabajo de investigación, mientras que Huancahuari, reportó rendimientos de hasta más de 200% .

Fernández (1986) afirma que el mayor rendimiento se debe a la adaptación a la zona de estudio, y depende también de la longitud y diámetro de panoja. En este trabajo el cultivar CQA – 04 tuvo una longitud de panoja de 181.50 mm, y un diámetro de 62.6 mm, ocupando en ambos casos el décimo lugar por lo que puede deducir que el rendimiento no está influenciado por la longitud ni por el diámetro de panoja.

## 3.2. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

### 3.2.1 Selección por caracteres

**Cuadro 3.14.** Análisis de variancia de regresión múltiple con selección de variables del diámetro de panoja, peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea, en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	
Regresión	3	60876431	20292144	81.69	**
Error	106	26331174	248407		
Total	109	87207605			

En el cuadro 3.14, se presenta el análisis de variancia de la regresión múltiple por el método Stepwise, mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre el diámetro de panoja, peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea; en dicho análisis se muestra que la regresión es altamente significativa, existiendo relación de dependencia de estas variables sobre el rendimiento, por lo que se realizó un análisis independiente para cada variable evaluada en la regresión (diámetro de panoja, peso de panoja y tamaño de grano).

**Cuadro 3.15.** Análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple del diámetro de panoja, peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea, en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Suma de cuadrados	F calculado	
Término independiente	197.7	699.6	19828	0.08	
Diámetro de panoja	-12.0	3.8	2414567	9.72	**
Peso de panoja	81.6	5.2	60726445	244.46	**
Tamaño de grano	674.0	300.8	1247351	5.02	*

En el cuadro 3.15, se puede observar que el diámetro de panoja y el peso de panoja estadísticamente son altamente significativos, y el tamaño de grano estadísticamente es significativo, del coeficiente de regresión podemos afirmar que el rendimiento se encuentra asociado de manera muy fuerte a la variable peso de panoja; es decir, a mayor peso de panoja, mayor será el rendimiento.

**Cuadro 3.16.** Resumen de la selección Stepwise con las tres variables incluidas en orden de mérito en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730

Variable seleccionada	Variables incluidas	R <sup>2</sup> parcial	R <sup>2</sup> modelo	F calculado	
Peso de panoja	1	0.6561	0.6561	206.07	**
Diámetro de panoja	2	0.0276	0.6838	9.35	**
Tamaño de grano	3	0.0143	0.6981	5.02	**

De acuerdo al Coeficiente de determinación  $R^2$ , el cual se muestra en el cuadro 3.16, podemos decir que el 65% del rendimiento depende del peso de la panoja, siendo este carácter el más importante, seguido del diámetro de panoja y por último el tamaño de grano, el diámetro de la panoja aportaría con un 2% y el tamaño de grano con 1%.

**Cuadro 3.17.** Rendimiento potencial de grano (kg/ha) por el incremento de peso de panoja (g) y tamaño de grano (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

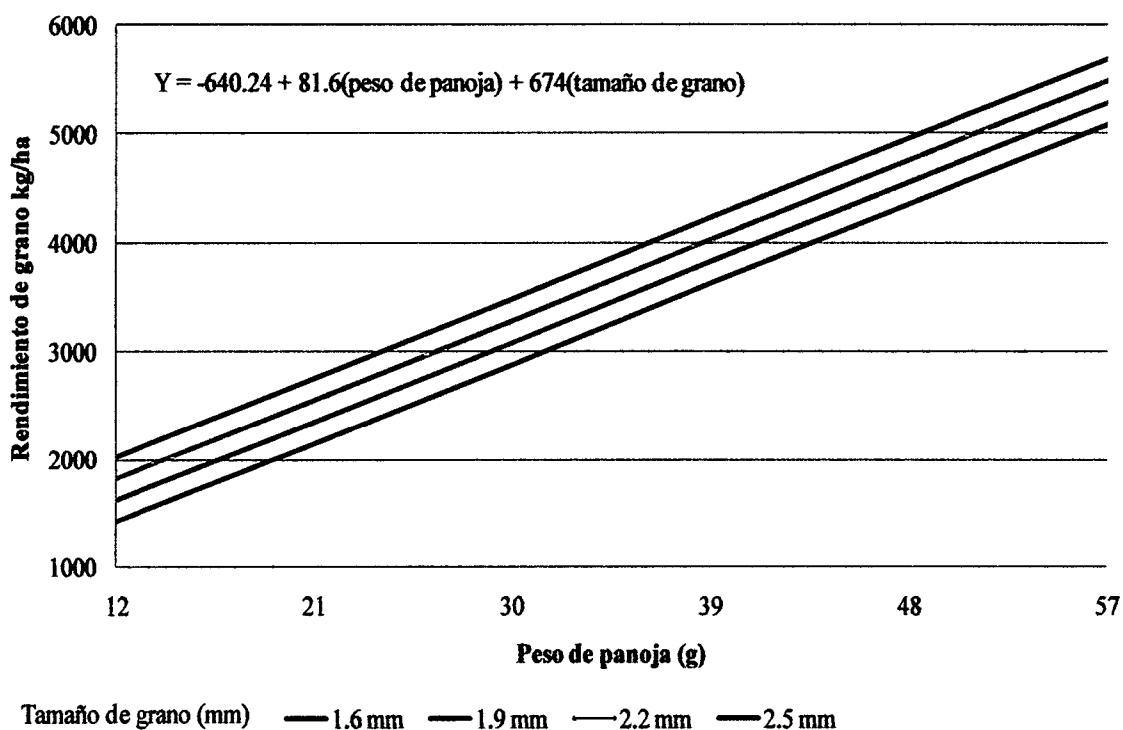
Peso de panoja (g)	Tamaño de grano (mm)	Rendimiento potencial (kg/ha)
1417	1.60	1417
1620	1.60	2152
1822	1.60	2556
2024	1.60	2758
1417	2.50	2886
1620	2.50	3088
1822	2.50	3291
2024	2.50	3493
1417	3.40	3621
1620	3.40	3823
1822	3.40	4025
2024	3.40	4227
1417	4.30	4355
1620	4.30	4557
1822	4.30	4759
2024	4.30	4962
1417	5.20	5089
1620	5.20	5292
1822	5.20	5494
2024	5.20	5696

Del cuadro 3.17, se puede deducir que en el rendimiento de grano de quinua influyen de manera directa el peso de panoja con el tamaño de grano, es decir, que a mayor peso de panoja y mayor tamaño de grano, el rendimiento es mayor, tomando el mayor peso de panoja y el mayor tamaño de grano encontrado en el presente trabajo, 57g y 2.50 mm, respectivamente, el rendimiento potencial del cultivar sería de 5 696 kg/ha; del mismo modo, tomando los valores más bajos, 12 g de peso de panoja y 1.60 mm de tamaño del grano el rendimiento potencial del cultivar sería de 1417 kg/ha.



En la figura 3.1, se muestra la influencia del peso de panoja y el tamaño de grano sobre el rendimiento potencial del grano de quinua, existiendo una relación directa respecto al peso de panoja y tamaño de grano.

**Figura 3.1.** Regresión del rendimiento potencial de grano (kg/ha) con peso de panoja (g) y tamaño de grano (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.



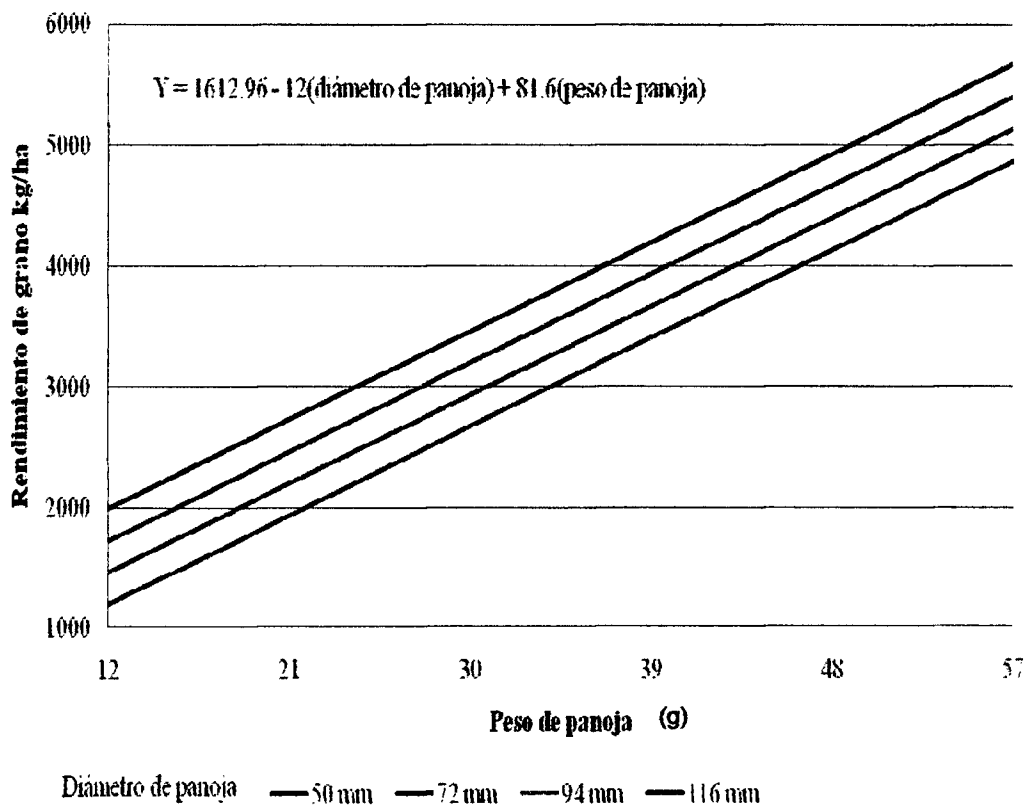
**Cuadro 3.18.** Rendimiento potencial de grano (kg/ha) por el incremento de peso de panoja (g) y diámetro de panoja (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Diámetro de panoja (mm)	Peso de panoja (g)	Rendimiento potencial de grano (kg/ha)					
		12	25	50	75	100	116
50	57	1992	2727	3461	4195	4930	5664
75	25	1728	2463	3197	3931	4666	5400
100	50	1464	2199	2933	3667	4402	5136
116	12	1200	1935	2669	3403	4138	4872

Tomando en cuenta el peso de panoja y el diámetro de panoja sobre el rendimiento de grano por hectárea, como se muestra en el cuadro 3.18, podemos deducir que a mayor diámetro de panoja, el rendimiento disminuye, caso contrario ocurre con el peso de panoja, a mayor peso, mayor rendimiento; en el cuadro se puede observar que el mayor rendimiento potencial (5664 kg/ha) se alcanza con el mayor peso de panoja (57g) y el menor diámetro de panoja (50 mm); y, el menor rendimiento potencial (1200 kg/ha) se observa con el mayor diámetro de panoja (116 mm) y el menor peso de panoja (12 g) por lo que una característica a tener en cuenta para seleccionar cultivares con mayor rendimiento dependen en mayor medida del peso de panoja con diámetros reducidos.

En la figura 3.2, se muestra la influencia del peso de panoja y del diámetro de panoja sobre el rendimiento potencial del grano de quinua, existiendo una relación indirecta respecto al diámetro de panoja y una relación directa con el peso de panoja.

**Figura 3.2.** Regresión del rendimiento potencial de grano (kg/ha) con peso de panoja (g) y diámetro de panoja (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

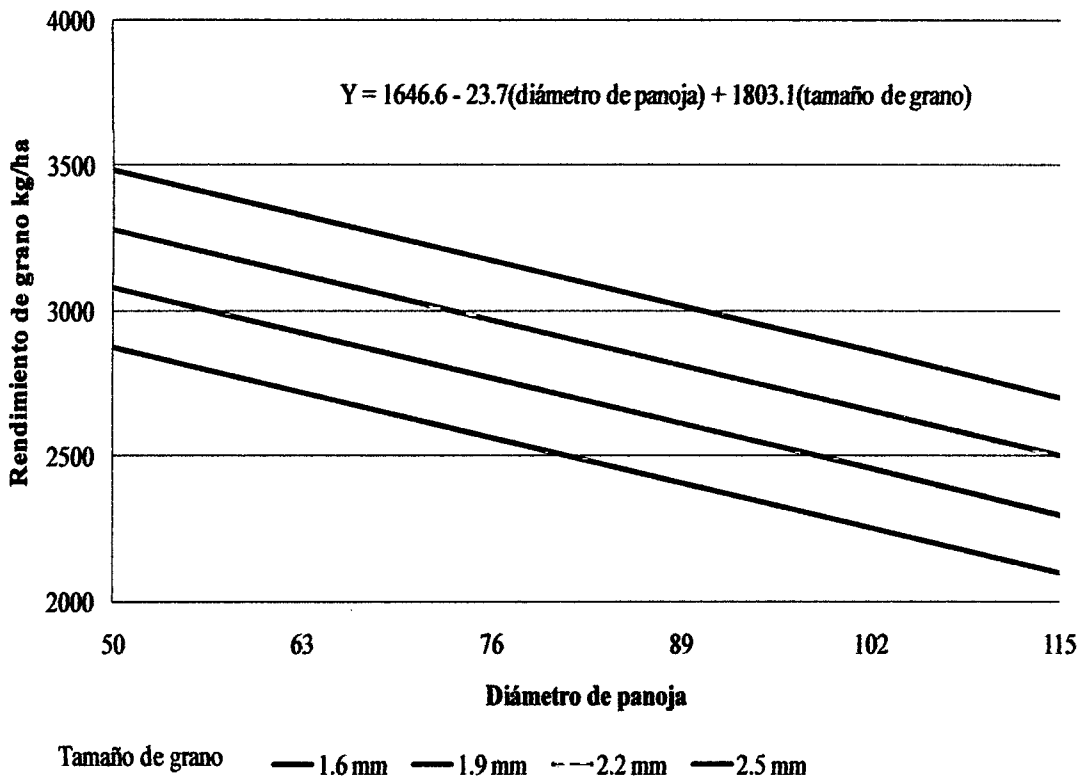


**Cuadro 3.19.** Rendimiento potencial de grano (kg/ha) por el incremento diámetro de panoja (cm) y tamaño de grano (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

		Diámetro de panoja (cm)					
		50	63	76	89	102	115
Tamaño de grano (mm)	1.60	2878	2722	2566	2410	2254	2098
	1.90	3081	2925	2769	2613	2457	2301
	2.20	3283	3127	2971	2815	2659	2503
	2.50	3485	3329	3173	3017	2861	2705

En el cuadro 3.19, se observa el rendimiento potencial del grano de quinua dependiendo del diámetro de panoja y tamaño de grano, teniendo el máximo rendimiento potencial (3485 kg/ha) con un diámetro de panoja de 50 mm y un tamaño de grano de 2.50 g; y, el menor rendimiento (2098 kg/ha) con el mayor diámetro (115 mm) y el menor tamaño de grano (1.60mm), de donde se deduce que para incrementar el rendimiento de la quinua se deben especificar las siguientes características: diámetro, peso, densidad de panoja y tamaño de grano, a menor diámetro y mayor peso de panoja la densidad de panoja será más compacta, haciendo que ocupe los glomérulos un mayor área y por consiguiente haya mayor rendimiento. Tal como se muestra en la figura 3.3.

**Figura 3.3.** Regresión del rendimiento potencial de grano (kg/ha) con diámetro de panoja (cm) y tamaño de grano (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.



### 3.2.2 Ganancia por selección

**Cuadro 3.20.** Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Cultivar	10	22180645	2218064	3.38 **
Error	99	65026960	656838	
Total	109	87207605		

(mm)

Variancia ambiental	65684
Variancia genética	156123
Variancia fenotípica	221807
Heredabilidad	0.70

En el cuadro 3.20, se muestra el análisis de variancia del rendimiento, componentes de varianza genética y heredabilidad, se puede observar que la determinación de componentes de varianza genética y heredabilidad, en tres caracteres de interés (diámetro de panoja, peso de panoja, tamaño de grano) sobre el rendimiento de grano de quinua; se estimó que tienen alta heredabilidad (0.70) por lo que se recomienda su mejoramiento mediante selección recurrente.

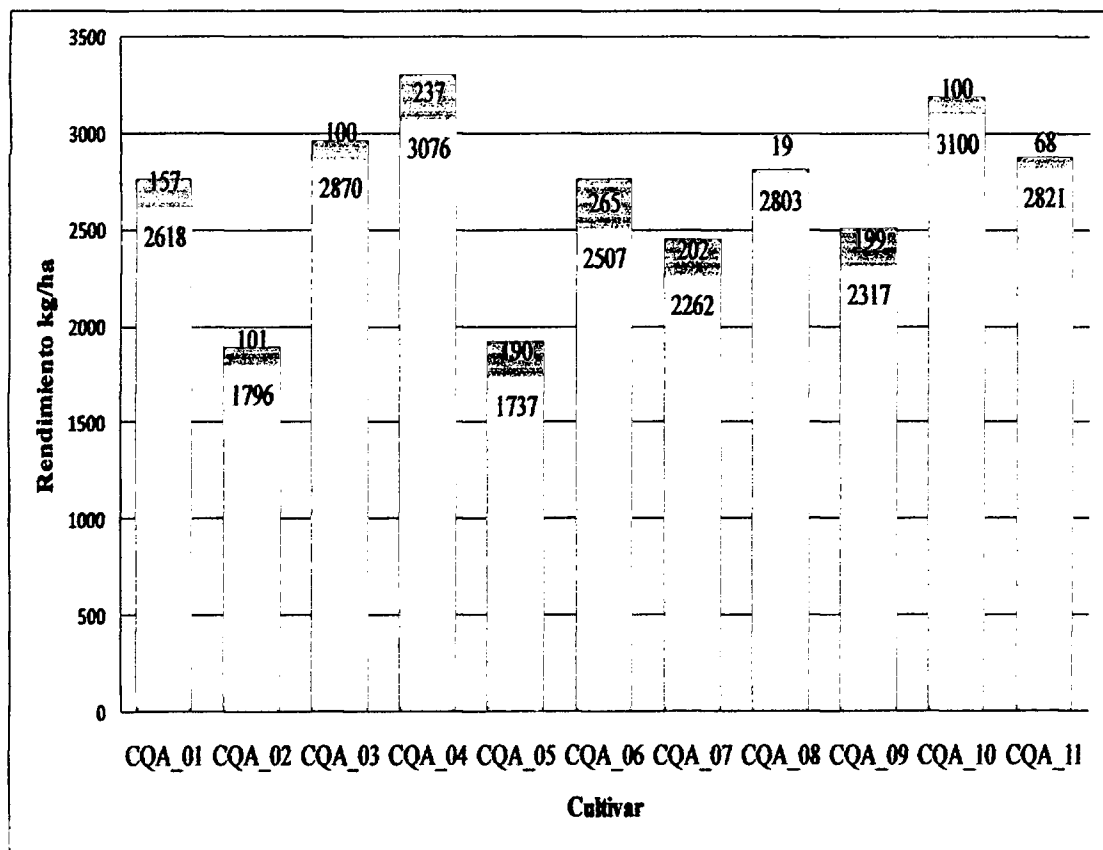
**Cuadro 3.21.** Promedio del rendimiento de grano por hectárea y ganancia por selección en 11 poblaciones de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
CQA - 01	3066	2618	157	2775	6
CQA - 02	2085	1796	101	1897	6
CQA - 03	3157	2870	100	2970	4
CQA - 04	3754	3076	237	3313	8
CQA - 05	2279	1737	190	1927	11
CQA - 06	3265	2507	265	2772	11
CQA - 07	2839	2262	202	2464	9
CQA - 08	2857	2803	19	2822	1
CQA - 09	2885	2317	199	2516	9
CQA - 10	3386	3100	100	3200	3
CQA - 11	3016	2821	68	2889	2

En el cuadro 3.21, se observa el rendimiento promedio de las selecciones y el rendimiento promedio poblacional de los 11 cultivares materia de estudio del presente trabajo.

Los cultivares que presentan una mayor ganancia por selección son CQA-06, CQA-04, CQA-07 con 265, 237, 202 kg/ha, respectivamente, el cual representa un 11, 9 y 8 por ciento de mejora respecto al promedio de la población obtenido en la presente campaña de cultivo, por lo que se recomienda seguir trabajando con los cultivares que presentan los mayores porcentajes de mejora poblacional. Tal como se muestra en la figura 3.4.

**Figura 3.4.** Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho





### 3.3. CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA Y EVALUACIÓN

**Cuadro 3.22.** Características de precocidad (días después de la siembra) de los 11 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho.

COA-01	7	20	41	55	68	77	83	92	105	123
COA-02	7	20	41	53	64	72	78	87	100	118
COA-03	7	23	41	54	67	75	81	88	100	120
COA-04	7	20	41	53	64	72	78	87	99	118
COA-05	7	20	41	54	67	74	79	87	99	120
COA-06	7	23	41	54	67	75	81	88	100	120
COA-07	7	20	41	54	67	76	82	90	100	120
COA-08	7	20	41	53	64	72	78	87	100	120
COA-09	7	20	41	53	64	72	78	88	93	113
COA-10	7	20	41	54	67	74	79	87	100	120
COA-11	7	20	41	52	63	72	78	86	93	118

En el cuadro 3.22, se puede observar las características de precocidad de los 11 cultivares de quinua en estudio; no encontrándose diferencia desde el brotamiento hasta el inicio de ramificación, el 100% de los cultivares emergieron a los 07 días después de la siembra en forma muy homogénea, del mismo modo la etapa de inicio de ramificación, dándose a los 41 días después de la siembra en los 11 cultivares en estudio; el inicio de panojamiento varió de 52 a 55 días después de la siembra, siendo el cultivar CQA-11 quien entró a esta etapa a los 52 días después de la siembra y el cultivar CQA-01, a los 55 días después de la siembra; en cuanto al panojamiento, el cultivar CQA-01 fue el más tardío con 68 días después de la siembra y el más precoz, el cultivar CQA-11 con 63 días

después de la siembra, del mismo modo el inicio de floración varió de 72 a 77 días después de la siembra, la madurez fisiológica a los 123 días para el cultivar CQA-01 y 118 días para los cultivares CQA-02, CQA-04, CQA-09 y CQA - 11, no existiendo diferencia significativa entre los diferentes cultivares respecto a su fenología, caracterizándose todas como cultivares precoces. El 54.55% de los cultivares alcanzaron la madurez fisiológica a los 120 días después de la siembra y el 36.36% a los 118 días después de la siembra.

Imagen N° 01



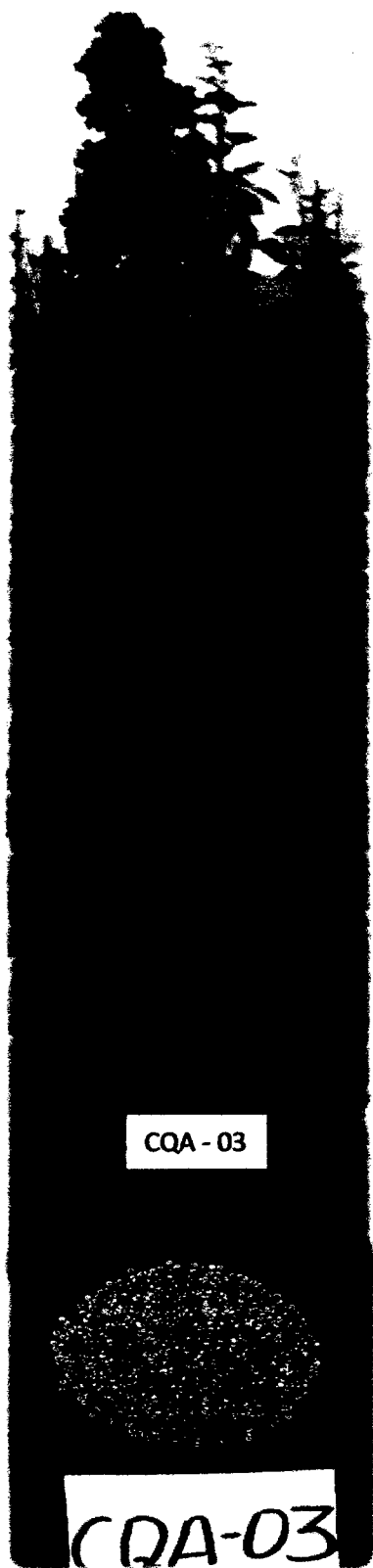
Cultivar	:	CQA - 01
Procedencia	:	La Mar
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	5.1 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	111.30 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	verde amarilla
Intensidad	:	Claro
Color panoja en Cosecha	:	Púrpura
Intensidad	:	Claro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Intermedia
Longitud de panoja	:	225.60 mm
Diámetro de panoja	:	64.50 mm
Peso panoja	:	27.90 g
Rend. granos por panoja	:	16.10 g
Peso de 1000 semillas	:	3.69 g
Tamaño de grano	:	2.08 mm
Contenido de saponina	:	0.23 %
Rendimiento	:	3066.00 Kg/ha

Imagen N° 02



Cultivar	:	CQA - 02
Procedencia	:	La Mar
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	4.8 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	103.60 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Claro
Color panoja en Cosecha	:	Amarillo
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Intermedia
Longitud de panoja	:	118.10 mm
Diámetro de panoja	:	59.40 mm
Peso panoja	:	17.3 g
Rend. granos por panoja	:	10.10 g
Peso de 1000 semillas	:	3.06 g
Tamaño de grano	:	1.980 mm
Contenido de saponina	:	0.17 %
Rendimiento	:	2085.00 Kg/ha

Imagen N° 03



Cultivar	:	CQA - 03
Procedencia	:	La Mar
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo Principal	:	5.2 mm
Altura de planta	:	116.60 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarillo
Intensidad	:	Oscuro
Color panoja en Cosecha	:	Purpura
Intensidad	:	Claro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Intermedia
Longitud de panoja	:	213.80 mm
Diámetro de panoja	:	66.30 mm
Peso panoja	:	30.10 g
Rend. granos por panoja	:	15.20 g
Peso de 1000 semillas	:	3.72 g
Tamaño de grano	:	2.22 mm
Contenido de saponina	:	0.24 %
Rendimiento	:	3157.00 Kg/ha

Imagen N° 04



Cultivar	:	CQA - 04
Procedencia	:	Huamanga
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	4.2 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	109.00 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Claro
Color panoja en Cosecha	:	Amarillo
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Longitud de panoja	:	181.50 mm
Diámetro de panoja	:	62.60 mm
Peso panoja	:	34.1 g
Rend. granos por panoja	:	20.90 g
Peso de 1000 semillas	:	3.21 g
Tamaño de grano	:	2.075 mm
Contenido de saponina	:	0.33 %
Rendimiento	:	3754.00 Kg/ha

Imagen N° 05

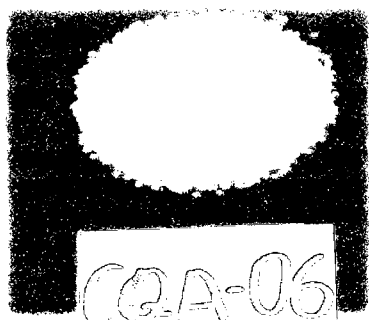


Cultivar	:	CQA - 05
Procedencia	:	Huamanga
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	3.70 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	102.80 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Claro
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Longitud de panoja	:	188.10 mm
Diámetro de panoja	:	59.40 mm
Peso panoja	:	22.90 g
Rend. granos por panoja	:	13.30 g
Peso de 1000 semillas	:	3.04 g
Tamaño de grano	:	1.980 mm
Contenido de saponina	:	0.21 %
Rendimiento	:	2279.00 Kg/ha

**Imagen N° 06**



Cultivar	:	CQA - 06
Procedencia	:	Huanta
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	4.50 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	110.70 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarillo
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Purpura
Intensidad	:	Claro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Intermedia
Longitud de panoja	:	217.00 mm
Diámetro de panoja	:	74.6 mm
Peso panoja	:	31.70 g
Rend. granos por panoja	:	20.40 g
Peso de 1000 semillas	:	3.26 g
Tamaño de grano	:	2.195 mm
Contenido de saponina	:	0.33 %
Rendimiento	:	3265.00 Kg/ha





**Imagen N° 07**



Cultivar	:	CQA - 07
Procedencia	:	Huanta
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	5.4 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	119.80 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Púrpura
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Marrón
Intensidad	:	Claro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Intermedia
Longitud de panoja	:	231.50 mm
Diámetro de panoja	:	87.00 mm
Peso panoja	:	35.00 g
Rend. granos por panoja	:	17.70 g
Peso de 1000 semillas	:	2.88 g
Tamaño de grano	:	1.895 mm
Contenido de saponina	:	0.17 %
Rendimiento	:	2839.00 Kg/ha

Imagen N° 08



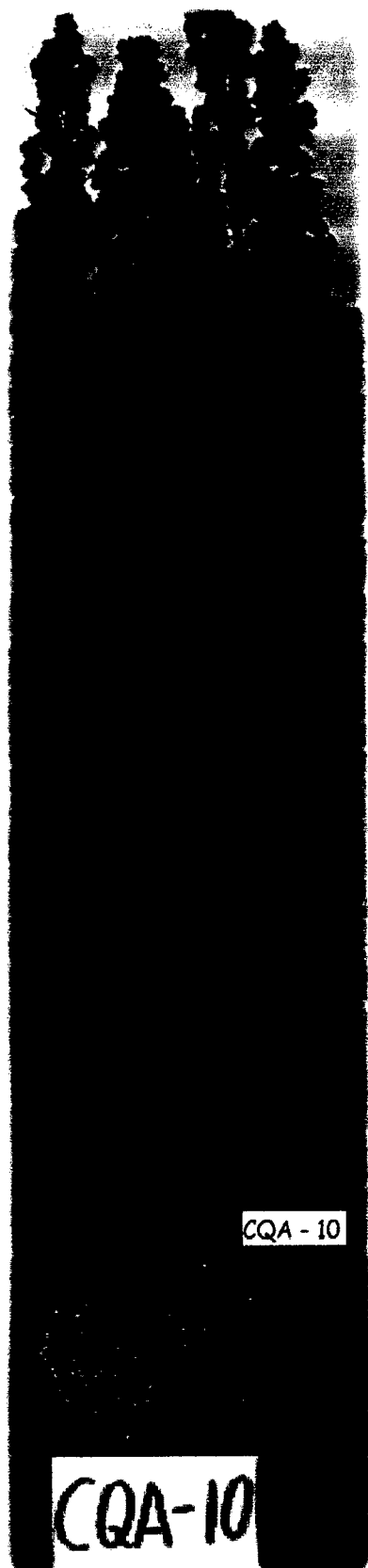
Cultivar	:	CQA - 08
Procedencia	:	Huanta
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	4.90 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	107.50 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Marrón
Intensidad	:	Claro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Longitud de panoja	:	226.50 mm
Diámetro de panoja	:	65.70 mm
Peso panoja	:	19.90 g
Rend. granos por panoja	:	11.80 g
Peso de 1000 semillas	:	3.45 g
Tamaño de grano	:	2.070 mm
Contenido de saponina	:	0.18 %
Rendimiento	:	2857.00 Kg/ha

**Imagen N° 09**



Cultivar	:	CQA - 09
Procedencia	:	Huanta
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	4.90 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	107.40 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Color panoja en Cosecha	:	Marrón
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Longitud de panoja	:	228.50 mm
Diámetro de panoja	:	73.30 mm
Peso panoja	:	26.40 g
Rend. granos por panoja	:	16.10 g
Peso de 1000 semillas	:	3.36 g
Tamaño de grano	:	2.150 mm
Contenido de saponina	:	0.26 %
Rendimiento	:	2885.00 Kg/ha

Imagen N° 10



Cultivar	:	CQA - 10
Procedencia	:	Huanta
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo Principal	:	5.3 mm
Altura de planta	:	113.10 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Rosada
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Marrón
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Longitud de panoja	:	238.50 mm
Diámetro de panoja	:	76.30 mm
Peso panoja	:	26.40 g
Rend. granos por panoja	:	16.00 g
Peso de 1000 semillas	:	3.21 g
Tamaño de grano	:	2.170 mm
Contenido de saponina	:	0.19 %
Rendimiento	:	33.86 Kg/ha

Imagen N° 11



Cultivar	:	CQA - 11
Procedencia	:	Huanta
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Diámetro del tallo	:	5.8 mm
Principal	:	
Altura de planta	:	116.20 cm
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjada
Intensidad	:	oscuro
Color panoja en Cosecha	:	marrón
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada y Terminal
Forma panoja	:	glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Longitud de panoja	:	221.50 mm
Diámetro de panoja	:	68.10 mm
Peso panoja	:	24.80 g
Rend. granos por panoja	:	13.80 g
Peso de 1000 semillas	:	2.85 g
Tamaño de grano	:	2.085 mm
Contenido de saponina	:	0.31 %
Rendimiento	:	3116.00 Kg/ha

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en la que se realizó el presente experimento, se concluye:

1. La mayor longitud del tallo a la madurez fisiológica se registró en el cultivar CQA-07 con 119.7 cm, y la menor del cultivar CQA – 05 con 102.8 cm.
2. La mayor longitud de panoja a la cosecha la obtuvo el cultivar CQA – 10 con 238.8 mm, y la de menor longitud, el cultivar CQA – 05 con 181.4 mm.
3. El cultivar CQA – 07 obtuvo el mayor diámetro de panoja a la cosecha con 87 mm, y la de menor el cultivar CQA – 02 con 59.4 mm.

4. El mayor diámetro de grano fue el del cultivar CQA – 03 con un promedio 2.22 mm, y el de menor diámetro la del cultivar CQA – 07 con 1.895 mm.
5. El cultivar CQA – 04 ocupó el primer lugar en cuanto al rendimiento con 3754 kg/ha, los cultivares con menor rendimiento fueron CQA–07, CQA–05, CQA–02 con rendimientos de 2838, 2278, 2085 kg/ha respectivamente.
6. El mayor peso de 1000 semillas la reportó el cultivar CQA–03 con 3.72 gr, y, los de menor peso los cultivares CQA–07 y CQ –11 con 2.88 y 2.85 gr respectivamente.
7. El peso de panoja y tamaño de grano intervienen de manera directa sobre el rendimiento.
8. La respuesta a la selección para el rendimiento de grano, varía de 1 a 11%; siendo los cultivares CQA-05 y CQA-06 los que poseen mayor respuesta a la selección con un 11% y el cultivar CQA-08, con menor respuesta a la selección con 1%.
9. El 100% de los cultivares emergieron a los 07 días después de la siembra.
10. La fase fenológica de 02 hojas verdaderas, 04 hojas verdaderas, inicio de ramificación, en el 100% de los cultivares se alcanzó a los 13, 20, 41 días después de la siembra respectivamente.
11. El inicio de panojamiento tuvo un variación de 52 a 55 días; el panojamiento, de 63 a 68 días; el inicio de floración varió de 72 a 77 días; la floración, de 78 a 83 días; grano lechoso, de 86 a 92 días; grano pastoso, de 98 a 105 días.

- 12.** La madurez fisiológica, para los cultivares CQA-02, CQA-04, CQA-09, CQA-11 fue de 118 días después de la siembra, los cultivares CQA-03, CQA-05, CQA-06, CQA-07, CQA-10, CQA-08 a los 120 días, y el cultivar CQA-01 a los 123 días después de la siembra.
- 13.** Los cultivares de quinua presentaron 19 características morfológicas homogéneas y, 06 características variables.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten plantear las siguientes recomendaciones:

- 1.** Continuar con el estudio de las poblaciones segregantes del presente trabajo bajo diferentes condiciones de suelo, clima, fertilización y demás factores, siempre a la luz de sus factores de precocidad, rendimiento y sanidad.
- 2.** Realizar pruebas en campo de agricultores enfatizando los cultivares que obtuvieron los más altos rendimientos y los que presentan un mayor porcentaje de mejora en el rendimiento.
- 3.** Finalmente, los resultados obtenidos en este trabajo, no deberán ser considerados como definitivos, puesto que es un estudio preliminar.



## **RESUMEN**

El trabajo experimental se realizó en el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Canaán, a una altitud de 2730 msnm cuyas coordenadas son: 13° 09" Latitud Sur y 17° 12" Longitud Oeste; durante los meses de Diciembre del 2008 a abril del 2009.

El diseño estadístico para el presente trabajo se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y bloque completamente randomizado, donde se utilizaron 11 cultivares de quinua colectados por el programa nacional de investigación en cultivos andinos, dichas colectas se realizaron en las provincias de La Mar, Huamanga y Huanta de la región Ayacucho.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento y la respuesta de 11 cultivares de quinua a las condiciones medioambientales de Canaán; su adaptación se reflejó en la precocidad, la producción y la sanidad.

Se tomaron las siguientes evaluaciones de campo: días a la emergencia, a dos hojas verdaderas, a cuatro hojas verdaderas, a la ramificación, al inicio de panojamiento, al panojamiento, al inicio de floración, al estado de grano lechoso, grano pastoso y días a la madurez fisiológica; así como la longitud de tallo principal, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, peso de granos por panoja, número de granos por panoja, número de plantas/m<sup>2</sup>, peso de mil semillas y el rendimiento de grano.

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento poco diferenciado entre los cultivares en estudio, alcanzando la madurez fisiológica de 118 a 123 días después de la siembra.

En cuanto a la característica de longitud de panoja, se obtuvo en los cultivares CQA-10, CQA-07, CQA-09 los mejores resultados, superando significativamente a las demás. Asimismo, el cultivar CQA-07, destaca significativamente al tener el mayor diámetro de panoja; en cuanto al peso de panoja el cultivar CQA-07, obtuvo el mayor peso, respecto al número de granos/panoja, el cultivar CQA-04 superó a los demás cultivares en estudio. El mayor peso de mil granos se registra en cultivar CQA - 03 seguido de los cultivares CQA-01, CQA-02, CQA-09, CQA-08.

En general, los 11 cultivares de quinua evaluadas presentan características de precocidad, sanidad, rendimiento y ganancias por selección para el rendimiento de grano de hasta 11 % para los cultivares CQA-05 y CQA-06, bajo las condiciones de Canaán.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. AGUILAR, C. 1992. Principios básicos para contrarrestar los riesgos de producción andina. Principios Técnicos Para La Reconstrucción y Producción Agrícola en Waru Waru. Proyecto PIWA. Convenio: PELT/INADE-IC/COTESU. Puno-Perú.
2. ALATA, J. 1973. Lista de Insectos y otros Animales dañinos a la Agricultura en el Perú Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
3. AYALA, C. 1977. Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú.
4. BRAVO, R. y P. DELGADO. 1992. Colección de Insectos en papa, quinua y pastos cultivados. PIWA: Convenio PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú.
5. CANAHUA, A. 1992. Comportamiento y potencialidades de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno – Perú. La Paz, Bolivia.
6. DANIELSEN, S. Y AMES, T. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
7. ERQUINIGO, F. 1970. Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno – Perú.  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm> (Revisado julio del 2009).

8. FERNANDEZ, T. 1986. Comparativo de Rendimiento de Seis Variedades y dos Líneas de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), en condiciones de Allpachaka a 3600 msnm, Ayacucho. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
9. GALLARDO, M.; GONZALES, A. y PONESSA, G 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa Willd.*
10. GALLARDO, M.; PRADO, F. y GONZALES, J. 1996. Efecto del CINA sobre el contenido de betalainas en *Chenopodium quinoa Willd.* Mendoza - Argentina.
11. GANDARILLAS, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). La Paz, Bolivia. <http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap1.htm> (Revisado julio del 2009).
12. HUALLANCA, J. 1989. Análisis de crecimiento y desarrollo en ecotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) puno – 7 precoz y nativa en la localidad de Quinoa a 3200 msnm. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
13. HUANCAHUARI, E. 1996. Caracterización y evaluación de 14 cultivares de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) en Canaán a 2730 msnm. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
14. HUMBOLT, A. 1942. Geografía de las Plantas o cuadro físico de los Andes Equinocciales de los Países Vecinos. Tomo II. Bogotá – Colombia.
15. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, 1979. Quinoa y Kañiwa: Cultivos Andinos. Costa Rica - IICA - CIDIA

diciembre del 2009).

16. LEÓN, J. 1964 Plantas Alimenticias Andinas. IICA. Boletín Técnico N° 6. Lima - Perú.
17. MUJICA, A. 1993. Cultivo de Quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima – Perú.
18. MUJICA, A. 1977. Tecnología del cultivo de la quinua. Fondo Simón Bolívar. Ministerio de Alimentación. Zona Agraria XII. IICA. UNTA. Puno, Perú.
19. MUJICA, A. 1983. Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
20. MUJICA, A. 1988. Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México.
21. MUJICA, A. y CANAHUA, A. 1989. Fenología del cultivo de la quinua. En Curso Taller de Fitopatología de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agrometeorológica. PICA. INIIA. Puno, Perú.  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm#15> (revisado julio del 2009).
22. ORTEGA, M. 1992. Usos y valor nutritivo de los cultivos andinos. INIA. PICA. Puno, Perú. pp. 23-120.
23. PULGAR VIDAL, J. 1954. La quinua o suba en Colombia. Publ. No. 3. Fichero Científico Agropecuario. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia.

24. REA, J. 1969. Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa*). Turrialba, Costa Rica. <http://laquinua.blogspot.com/2007/10/biologia-floral.html> (Revisado julio del 2009).
25. REPO-CARRASCO, R.; ESPINOZA, C.; JACOBSEN, E. 2001. Valor nutricional y usos de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y de la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*).
26. SULCA, M. 1989. Análisis de crecimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) puno – 7 precoz y local tardía en la localidad de Quinoa a 3200 msnm. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
27. TAPIA, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2da Edición.
28. TAPIA, M.; REA, J.; y MUJICA, A. 1979. Prácticas agronómicas en Quinoa y Kañihua. Cultivos Andinos. CIID – IICA. Serie libros y Materiales Educativos N°40. Bogotá, Colombia.
29. TRUCIOS, T. 2007. Comparativo de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a 3800 msnm en el distrito de Yauli-Huancavelica. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
30. VILLACORTA, L. y TALAVERA, V. 1976. Anatomía del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.
31. VON RUTTE, S. 1988. Producción de quinua verde para forraje fresco y ensilaje para ganado. En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, Ecuador.

32. ZANABRIA, E. y BANEGAS, M. 1997. Entomología económica sostenible. Puno, Perú.
33. ZEVALLOS, D. 1984. Manual de Horticultura para el Perú. Ediciones Barcelona – España.
34. [http://www.biodiversityinternational.org/publications/Web\\_version/203/ch2.htm](http://www.biodiversityinternational.org/publications/Web_version/203/ch2.htm) (Revisado julio del 2009).
35. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap2.1.htm> (Revisado julio del 2009).
36. <http://laquinua.blogspot.com/2009/02/determinacion-de-saponina-total-en.html> (Revisado julio del 2009).

ANEXO



**Anexo 1. Características de tallo, hoja, planta, panoja y semilla de 11 colecciones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho**

CODIGO	N° PLANTA	DIAMETRO DEL TALLO PRINCIPAL	LONGITUD MAXIMA PECIOLA	ANCHO MAXIMO HOJAS	LONGITUD MAX DE HOJAS	LONGITUD TALLO A LA MADUREZ FISIOLÓGICA
		mm	mm	mm	mm	cm
C	P	M1	M2	M3	M4	M5
CQA_01	1	5	53	83	82	115
CQA_01	2	6	33	58	64	113
CQA_01	3	5	52	83	77	118
CQA_01	4	5	46	83	77	122
CQA_01	5	5	47	76	76	122
CQA_01	6	5	48	82	77	106
CQA_01	7	7	44	75	77	117
CQA_01	8	4	55	74	84	97
CQA_01	9	4	44	78	77	97
CQA_01	10	5	50	73	78	106
CQA_02	1	4	40	52	71	99
CQA_02	2	4	44	77	87	105
CQA_02	3	5	46	62	77	101
CQA_02	4	5	44	73	78	102
CQA_02	5	5	36	59	69	105
CQA_02	6	4	42	58	79	100
CQA_02	7	5	45	74	79	101
CQA_02	8	6	36	73	71	100
CQA_02	9	5	46	59	87	106
CQA_02	10	5	38	66	67	117
CQA_03	1	5	50	74	80	120
CQA_03	2	5	55	90	90	124
CQA_03	3	5	55	89	90	112
CQA_03	4	4	40	86	86	119
CQA_03	5	5	52	68	75	116
CQA_03	6	5	49	65	68	111
CQA_03	7	6	50	84	86	114
CQA_03	8	5	56	87	86	118
CQA_03	9	6	60	88	80	114
CQA_03	10	6	54	83	77	118
CQA_04	1	4	54	99	96	107
CQA_04	2	4	52	87	91	96
CQA_04	3	5	40	80	79	111
CQA_04	4	4	45	60	75	105
CQA_04	5	4	52	73	80	104
CQA_04	6	4	40	70	75	113
CQA_04	7	4	51	76	82	118
CQA_04	8	4	52	84	87	118
CQA_04	9	5	39	73	76	111
CQA_04	10	4	53	86	95	107
CQA_05	1	5	46	84	84	113
CQA_05	2	4	35	65	72	109
CQA_05	3	4	47	89	90	109
CQA_05	4	3	42	80	79	110
CQA_05	5	3	37	65	68	91
CQA_05	6	3	45	78	81	91
CQA_05	7	4	50	85	84	99
CQA_05	8	4	47	88	90	111
CQA_05	9	3	42	80	87	96
CQA_05	10	4	41	71	73	99
CQA_06	1	5	61	90	102	112
CQA_06	2	3	46	69	80	104
CQA_06	3	5	47	68	72	110
CQA_06	4	5	40	79	83	111

**Anexo 1. Características de tallo, hoja, planta, panoja y semilla de 11 colecciones de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho**

CODIGO	N° PLANTA	DIAMETRO DEL TALLO PRINCIPAL	LONGITUD MAXIMA PECIOLA	ANCHO MAXIMO HOJAS	LONGITUD MAX DE HOJAS	LONGITUD TALLO A LA MADUREZ FISIOLÓGICA
		mm	mm	mm	mm	cm
C	D	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
COA_06	5	4	52	67	86	108
COA_06	6	5	57	100	105	118
COA_06	7	4	46	70	81	109
COA_06	8	4	55	74	85	111
COA_06	9	5	50	78	100	117
COA_06	10	5	55	70	82	107
COA_07	1	5	55	87	90	115
COA_07	2	4	66	96	101	117
COA_07	3	5	59	76	99	116
COA_07	4	6	60	73	90	127
COA_07	5	6	50	100	105	117
COA_07	6	5	52	80	82	126
COA_07	7	7	52	80	82	125
COA_07	8	6	60	73	90	115
COA_07	9	5	50	100	105	124
COA_07	10	5	56	88	94	116
COA_08	1	5	36	71	81	111
COA_08	2	5	56	77	85	104
COA_08	3	5	45	58	64	104
COA_08	4	5	45	67	70	114
COA_08	5	6	44	67	76	100
COA_08	6	5	52	68	72	113
COA_08	7	3	60	103	90	101
COA_08	8	5	60	103	90	102
COA_08	9	5	46	57	72	114
COA_08	10	5	45	58	64	112
COA_09	1	4	30	56	60	113
COA_09	2	5	40	60	68	113
COA_09	3	5	38	60	60	109
COA_09	4	6	38	66	74	113
COA_09	5	5	50	75	75	99
COA_09	6	6	40	70	80	98
COA_09	7	5	44	67	84	115
COA_09	8	4	40	60	68	99
COA_09	9	4	38	60	60	107
COA_09	10	5	45	80	91	108
COA_10	1	5	56	90	105	118
COA_10	2	5	46	76	85	108
COA_10	3	5	42	61	72	107
COA_10	4	7	51	80	88	116
COA_10	5	5	51	75	79	115
COA_10	6	5	45	75	92	116
COA_10	7	5	45	66	68	111
COA_10	8	5	51	75	80	119
COA_10	9	5	45	71	81	109
COA_10	10	6	54	90	90	112
COA_11	1	7	44	75	82	111
COA_11	2	6	55	85	87	123
COA_11	3	5	51	70	85	110
COA_11	4	5	55	80	98	104
COA_11	5	6	60	81	86	113
COA_11	6	7	53	82	85	129
COA_11	7	6	70	95	95	123
COA_11	8	6	50	81	88	116
COA_11	9	5	54	82	100	117
COA_11	10	5	54	90	90	116

Anexo 1. Características de tallo, hoja, planta, panoja y semilla de 11 colecciones de quinoa (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho

CODIGO	LONGITUD DE PANOJA	DIAMETRO PANOJA	PESO PANOJA	PESO GRANO/ PANOJA	TAMAÑO GRANO	N° GRANOS PANOJA	RENDIMIENTO SELECCIONES
	mm	mm	g	g	mm		kg/ha
C	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
CQA_01	165	60	24	16	2.0	4225	2962
CQA_01	255	55	21	12	2.0	3195	2240
CQA_01	238	67	21	12	2.0	3301	2314
CQA_01	220	72	24	12	2.4	3144	2204
CQA_01	215	64	29	20	2.2	5547	3889
CQA_01	265	60	27	13	2.0	3572	2504
CQA_01	263	75	43	23	2.0	6355	4456
CQA_01	155	74	23	14	2.3	3770	2643
CQA_01	250	68	30	17	2.1	4675	3278
CQA_01	230	50	37	22	1.8	5951	4172
CQA_02	170	67	18	9	2.0	2358	1789
CQA_02	187	59	19	12	1.9	3260	2474
CQA_02	190	58	16	10	2.1	2629	1995
CQA_02	180	57	16	11	2.1	3008	2283
CQA_02	184	56	16	10	1.9	2673	2029
CQA_02	170	58	13	8	2.2	2231	1693
CQA_02	220	55	17	10	2.1	2654	2014
CQA_02	180	58	17	10	2.1	2892	2195
CQA_02	200	64	20	11	2.0	2981	2262
CQA_02	200	62	21	10	2.0	2792	2119
CQA_03	210	82	41	17	2.2	4548	3553
CQA_03	195	63	28	16	2.3	4239	3312
CQA_03	215	93	26	15	2.2	3965	3098
CQA_03	180	63	24	14	2.1	3763	2940
CQA_03	260	53	31	15	2.5	3925	3066
CQA_03	194	55	39	14	2.2	3731	2915
CQA_03	229	65	26	16	2.3	4360	3406
CQA_03	245	68	32	14	2.2	3796	2965
CQA_03	200	65	30	15	2.1	3898	3045
CQA_03	210	56	24	16	2.2	4191	3274
CQA_04	210	71	19	15	2.0	4645	2684
CQA_04	160	73	24	16	2.0	4882	2821
CQA_04	135	64	41	27	2.1	8411	4860
CQA_04	185	63	35	16	2.0	4975	2875
CQA_04	235	62	23	16	2.4	4913	2839
CQA_04	160	60	52	32	2.1	9931	5738
CQA_04	200	58	40	22	2.0	6972	4028
CQA_04	180	59	35	26	2.0	7997	4621
CQA_04	170	60	42	23	2.2	7174	4145
CQA_04	180	56	30	16	2.0	5062	2925
CQA_05	195	79	20	12	1.7	4055	2098
CQA_05	179	81	28	15	1.8	4778	2472
CQA_05	192	60	23	17	2.1	5704	2951
CQA_05	180	70	15	9	2.0	2941	1522
CQA_05	148	66	19	11	2.1	3775	1953
CQA_05	180	90	26	16	2.2	5323	2754
CQA_05	225	78	12	8	2.1	2616	1353
CQA_05	185	70	30	17	2.2	5432	2810
CQA_05	170	81	39	20	1.8	6716	3475
CQA_05	160	62	17	8	1.9	2701	1397
CQA_06	220	103	51	29	2.1	8957	4672
CQA_06	165	55	18	12	2.1	3690	1925
CQA_06	190	50	36	21	2.0	6383	3330
CQA_06	230	79	31	25	2.3	7681	4006

**Anexo 1. Características de tallo, hoja, planta, panoja y semilla de 11 colecciones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2730 msnm, Ayacucho**

C	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
CQA_06	215	66	17	11	2.2	3340	1742
CQA_06	300	105	17	10	2.3	2975	1552
CQA_06	200	72	37	25	2.1	7681	4006
CQA_06	200	73	31	21	2.4	6396	3336
CQA_06	210	60	57	35	2.2	10847	5658
CQA_06	240	83	22	15	2.3	4647	2424
CQA_07	220	94	47	19	2.0	6663	3070
CQA_07	200	72	27	13	2.0	4615	2126
CQA_07	205	115	42	17	1.9	5913	2725
CQA_07	285	77	30	20	2.0	6892	3176
CQA_07	235	93	25	15	1.9	5163	2379
CQA_07	220	95	27	13	1.7	4510	2078
CQA_07	250	86	40	20	1.9	6979	3216
CQA_07	230	77	46	23	1.6	8017	3694
CQA_07	230	83	40	23	1.9	7951	3664
CQA_07	240	78	26	14	2.1	4896	2256
CQA_08	240	75	22	14	2.2	4128	3329
CQA_08	280	65	20	13	2.0	3810	3072
CQA_08	210	65	16	9	2.0	2726	2198
CQA_08	225	60	21	13	1.9	3845	3101
CQA_08	235	63	19	11	2.0	3402	2743
CQA_08	215	70	23	11	2.2	3336	2690
CQA_08	200	71	19	13	2.2	3729	3007
CQA_08	260	68	18	10	2.2	3083	2486
CQA_08	210	60	20	12	2.0	3682	2969
CQA_08	190	60	21	12	2.0	3690	2976
CQA_09	220	80	37	20	2.3	5824	3564
CQA_09	180	98	15	10	2.4	2818	1724
CQA_09	240	90	14	8	2.2	2415	1478
CQA_09	245	55	17	10	2.0	2853	1746
CQA_09	215	54	20	13	2.1	3844	2353
CQA_09	255	57	39	26	2.3	7556	4624
CQA_09	220	68	19	18	2.0	5250	3213
CQA_09	200	80	33	15	2.0	4541	2779
CQA_09	260	87	40	24	1.9	7047	4313
CQA_09	250	64	30	17	2.3	4997	3058
CQA_10	280	70	13	7	2.3	2202	1502
CQA_10	250	98	26	16	2.1	5076	3461
CQA_10	165	63	24	12	2.3	3724	2539
CQA_10	300	75	26	14	2.0	4411	3007
CQA_10	195	80	30	17	2.0	5329	3633
CQA_10	215	65	33	21	2.1	6314	4305
CQA_10	260	80	30	20	2.2	6012	4099
CQA_10	240	76	26	16	2.2	5064	3452
CQA_10	210	74	26	19	2.4	5846	3986
CQA_10	270	82	30	18	2.2	5683	3875
CQA_11	245	68	27	17	2.2	5895	3696
CQA_11	225	73	35	15	2.1	5140	3223
CQA_11	205	64	24	15	2.1	5140	3223
CQA_11	150	61	17	11	2.0	3891	2440
CQA_11	215	77	22	11	2.2	3772	2365
CQA_11	285	75	33	20	2.0	6842	4290
CQA_11	300	64	17	9	2.1	3018	1892
CQA_11	200	69	24	11	2.2	4032	2528
CQA_11	190	65	27	15	2.0	5361	3362
CQA_11	200	65	22	14	2.0	5005	3138

**Anexo 2.** Características del rendimiento poblacional, peso de 1000 semillas y contenido de saponina de 11 colecciones de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). Canaán 2730 msnm, Ayacucho

CODIGO	OBSERVACION	N° PLANTAS / M2	RENDIMIENTO	PESO MIL	CONTENIDO	RENDIMIENTO
			POBLACIONAL	SEMILLAS	SAPONINA	POBLACIONAL
<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Y13</b>	kg/ha	g	%	con pérdida
			<b>Y14</b>	<b>Y15</b>	<b>Y16</b>	
CQA_01	1			3.67	0.18	
CQA_01	2	29	2618	3.72	0.23	2380
CQA_01	3			3.68	0.21	
CQA_02	1			3.62	0.19	
CQA_02	2	25	1796	3.64	0.18	1633
CQA_02	3			3.58	0.14	
CQA_03	1			3.78	0.23	
CQA_03	2	25	2870	3.70	0.25	2610
CQA_03	3			3.68	0.25	
CQA_04	1			3.26	0.32	
CQA_04	2	25	3076	3.16	0.35	2797
CQA_04	3			3.21	0.33	
CQA_05	1			3.06	0.22	
CQA_05	2	23	1737	3.04	0.19	1579
CQA_05	3			3.03	0.21	
CQA_06	1			3.28	0.31	
CQA_06	2	23	2507	3.24	0.32	2279
CQA_06	3			3.26	0.33	
CQA_07	1			2.84	0.18	
CQA_07	2	15	2262	2.88	0.16	2057
CQA_07	3			2.92	0.18	
CQA_08	1			3.32	0.17	
CQA_08	2	23	2803	3.36	0.17	2669
CQA_08	3			3.40	0.21	
CQA_09	1			3.42	0.26	
CQA_09	2	27	2317	3.38	0.25	2106
CQA_09	3			3.40	0.26	
CQA_10	1			3.24	0.20	
CQA_10	2	27	3100	3.26	0.19	2818
CQA_10	3			3.24	0.18	
CQA_11	1			2.87	0.30	
CQA_11	2	23	2821	2.84	0.32	2564
CQA_11	3			2.84	0.32	



Ancho

Anexo 3. Caracterización morfológica de 11 colecciones de quinua (*Chenopodium quinoa W.*) Canaán 2750 msnm, Ayacucho

CODIGO	COLOR GRANULOS	COLOR PANCOA ANTES DE MADUREZ	INVENCIÓN O COLOR PANCOA ANTES MADUREZ	COLOR PANCOA EN COSECHA	INVENCIÓN O COLOR DE PANCOA EN COSECHA	FORMA DE PANCOA	FORMA DE PANCOA	DENSIDAD DE PANCOA	COLOR DEL PERICONIO	COLOR DEL PERISPERMA	ASPECTO DEL PERISPERMA	FORMA DEL BRUJO	FORMA DEL BRUJO
CQA 01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CQA 02	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1
CQA 03	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CQA 04	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
CQA 05	1	2	1	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1
CQA 06	1	3	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
CQA 07	1	4	3	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1
CQA 08	1	2	3	4	1	1	1	2	2	1	1	1	1
CQA 09	1	2	2	4	2	1	1	2	2	1	1	1	1
CQA 10	1	5	3	4	2	1	1	2	2	1	1	1	1
CQA 11	1	2	2	4	2	1	1	2	2	1	1	1	1

**Anexo 4.** Lista de descriptores de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) usados en el experimento

DESCRIPTORES	CODIGO	ESTADO
1 TIPO DE CRECIMIENTO	1	Herbáceo
2 PORTE DE LA PLANTA	1	Erecto
3 FORMACION DEL TALLO	1	Tallo Principal
4 ANGULOSIDAD TALLO PRINCIPAL	1	Cilíndrico
5 PRESENCIA AXIULAS PIG	1	Ausentes
6 PRESENCIA DE ESTRIAS	1	Ausentes
7 PRESENCIA DE RAMIF	1	Ausentes
8 BORDE DE HOJAS INFERIORES	1	Dentado
9 DIENTES EN HOJAS BASALES	1	3 - 12 Dientes
10 COLOR DE HOJAS BASALES	1	Verde
11 COLOR DEL PECIOLO DE HOJAS	1	Verde
12 PRESENCIA GRANULOS LAMINA	1	presente
13 COLOR GRANULOS	1	Blanco
	1	Verde amarilla
	2	Anaranjada
14 COLOR PANOJA ANTES DE MADUREZ	3	Amarilla
	4	Púrpura
	5	Rosada
	1	Claro
15 INTENCIDAD COLOR PANOJA ANTES MADUREZ	2	Oscuro
	3	Medio
	1	Púrpura
	2	Amarilla
16 COLOR PANOJA EN COSECHA	3	Anaranjada
	4	Marrón
	1	Claro
17 INTENCIDAD COLOR DE PANOJA EN COSECHA	2	Oscuro
18 TIPO DE PANOJA	1	diferenciada y terminal
19 FORMA DE PANOJA	1	Glomerulada
	1	Intermedia
20 DENSIDAD DE PANOJA	2	Laxa
	1	Amarillo claro
21 COLOR DEL PERIGONIO	2	amarillo opaco
22 COLOR DEL EPISPERMA	1	Amarillo claro
23 ASPECTO DEL PERISPERMA	1	Opaco
24 FORMA BORDE FRUTO	1	Afilado
25 FORMA DEL FRUTO	1	Cilindrico



## COSTO DE PRODUCCIÓN DE QUINUA

### A. INFORMACIÓN GENERAL

Cultivo : Quinua  
 Período vegetativo : 5 meses  
 Extensión: 1.0 ha  
 Altitud : 2750 msnm

Mes de siembra : Nov. - Dic.  
 Mes de cosecha : Abril  
 Rendimiento : 2000 kg  
 Tecnología : Media

LABOR	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. S/	COSTO S/
<b>1. GASTOS EN MANO DE OBRA</b>				<b>885.00</b>
Limpieza de terreno	Jornal	1.00	15.00	15.00
Siembra y Tapado	Jornal	4.00	15.00	60.00
Abonamiento	Jornal	2.00	15.00	30.00
Aporque	Jornal	15.00	15.00	225.00
Control de malezas	Jornal	15.00	15.00	225.00
primer control fitosanitario	Jornal	2.00	15.00	30.00
Descarte de plantas fuera de tipo	Jornal	2.00	15.00	30.00
Segundo control fitosanitario	Jornal	2.00	15.00	30.00
Cosecha y traslado	Jornal	15.00	15.00	225.00
Almacenamiento	Jornal	1.00	15.00	15.00
<b>2. GASTOS EN MAQUINARIA EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>				<b>660.00</b>
Arado de disco	Hrs/Maq	4.00	50.00	200.00
Rastra	Hrs/Maq	3.00	50.00	150.00
Surcadora	Hrs/Maq	2.00	50.00	100.00
Trilladora estacionaria	Hrs/Maq	6.00	35.00	210.00
<b>3. GASTOS EN INSUMOS, MATERIALES Y ENVASES</b>				<b>900.00</b>
Semilla	Kg.	12.00	3.50	42.00
Úrea agrícola	Sacos	2.00	65.00	130.00
Fosfato diamónico	Sacos	3.00	105.00	315.00
Cloruro de potasio	Sacos	1.00	80.00	80.00
Ridomil	Kg.	1.00	85.00	85.00
Adherente	Lts	0.50	20.00	10.00
Vitavax	Kg.	1.00	70.00	70.00
Ciperklin	Kg.	1.00	95.00	95.00
Costales	Unid	40.00	1.30	52.00
Rafia	Conos	1.00	20.00	20.00
Aguja de arriero	Unid	2.00	0.50	1.00
<b>4. TRANSPORTE</b>				<b>212.00</b>
Insumos	Kg.	120.00	0.10	12.00
Cosecha	Kg.	2,000.00	0.10	200.00
<b>SUB TOTAL COSTOS VARIABLES</b>				<b>2,657.00</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>				<b>653.14</b>
Gastos administrativos		S/.		150.00
Gastos generales 2% de CV		S/.		53.14
Valor del terreno/ Ha/año		S/.		200.00
Gastos financieros		S/.		250.00
<b>VALORACIÓN DE COSECHA</b>				
Rendimiento/ha/campaña de 5 meses		Kg.		2,000.00
Precio de venta promedio		S/.		3.00
Valor bruto de la producción		S/.		6,000.00
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>				
Costo total (CV+CF)		S/.		3,310.14
Utilidad bruta		S/.		2,689.86
Rentabilidad		%		81.26
Costo unitario		S/.		1.66
margen utilidad unitario		S/.		1.34
Beneficio costo		S/.		1.81