

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CARACTERIZACION Y SELECCIÓN DE POBLACIONES
VARIETALES DE QUINUA GRANO BLANCO (*Chenopodium
quinoa* Willd). CANAÁN 2735 m.s.n.m. AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

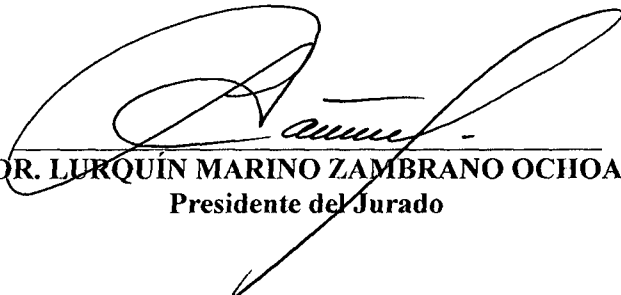
**PRESENTADO POR:
ANITA CHOQUECAHUA FLORES**

AYACUCHO – PERÚ

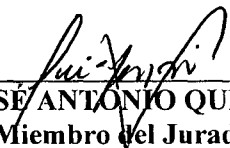
2011

**“CARACTERIZACIÓN Y SELECCIÓN DE POBLACIONES VARIETALES
DE QUINUA GRANO BLANCO (*Chenopodium quinoa* Willd). CANAÁN
2735 m.s.n.m. AYACUCHO”**

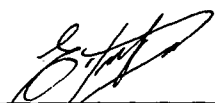
Recomendado : 29 de abril de 2011
Aprobado : 21 de mayo de 2011



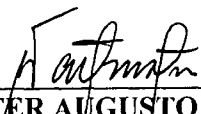
DR. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado



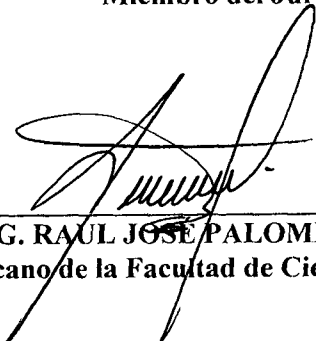
M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Miembro del Jurado



ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro del Jurado



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

DEDICATORIA

Hay alguien a quién por circunstancias olvido;

Pero jamás se olvido de mí ni un instante.

A quién debo la vida misma, A ti DIOS, Gracias.

*A mis queridos padres: Nemesio y Eulogía,
por su esfuerzo y sacrificio de toda una vida
en la consolidación de mi carrera profesional.*

*A mis hermanos Carmen, Manuel Mirtha
y Rodolfo. Por todo el apoyo incondicional
y gracias por estar cuando más los necesitaba.*

AGRADECIMIENTO

- *A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma mater de mi Formación Profesional.*
- *A la Facultad de Ciencias Agrarias y A los distinguidos profesionales y docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía.*
- *Al Instituto Nacional de Innovación Agraria, por haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación.*
- *Al M. Sc. Ing. José Quispe asesor del presente trabajo y a la Ing. Ana María Altamirano, por su orientación y apoyo incondicional durante la ejecución del presente trabajo de investigación.*
- *A todas las personas y amigos que de una u otra forma me apoyaron en la ejecución del presente trabajo de Investigación.*

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
I REVISION BIBLIOGRÁFICA	10
1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	10
1.2. IMPORTANCIA Y USOS	13
1.2.1. Valor Nutritivo	14
1.3. TAXONOMIA	15
1.4 MORFOLOGIA DE LA QUINUA	16
1.4.1. Planta	16
1.4.2. Raíz	17
1.4.3. Tallo	17
1.4.4. Hojas	18
1.4.5. Inflorescencia	18
1.4.6. Flores	19
1.4.7. Fruto	19
1.4.8. Semilla	20
1.5. VARIABILIDAD DE LA QUINUA	21
1.5.1. Quinua de los valles	21
1.5.2. Quinuas altiplánicas	21
1.5.3. Quinuas de los salares	21
1.5.4. Quinuas al nivel del mar	22
1.5.5. Quinuas sub-tropicales	22

1.6.	VARIEDADES COMERCIALES DE QUINUA	22
1.6.1.	Grano Blanco	22
1.6.2.	Grano color	25
1.7.	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	25
1.7.1.	Altitud	25
1.7.2.	Clima	26
1.7.3.	Suelo	28
1.7.4.	Agua	28
1.8.	CARACTERES DE PRECOCIDAD	29
1.8.1.	Emergencia	29
1.8.2.	Dos hojas verdaderas.	30
1.8.3.	Cuatro hojas verdaderas	30
1.8.4.	Seis hojas verdaderas	31
1.8.5.	Ramificación	31
1.8.6.	Inicio de Panojamiento	32
1.8.7.	Panojamiento	32
1.8.8.	Inicio de floración	32
1.8.9.	Floración o antesis	33
1.8.10.	Grano lechoso	33
1.8.11.	Grano pastoso	33
1.8.12.	Madurez fisiológica	33
1.8.13.	Madurez de cosecha	34
1.9.	PRODUCTIVIDAD	34

1.9.1.	Rendimiento	34
1.10.	SAPONINA	36
1.10.1.	Método para determinar saponina	37
1.11.	SELECCIÓN	39
1.11.1.	La selección masal	41
1.11.2.	Selección Recurrente	42
1.11.3.	Ganancia por Selección y Heredabilidad	42
1.11.4.	Heredabilidad	43
1.12.	ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO	45
1.12.1.	Preparación del suelo	45
1.12.2.	Siembra	45
1.12.3.	Abonamiento	46
1.12.4.	Deshierbo.	47
1.12.5.	Depuración.	47
1.12.6.	Raleo	48
1.12.7.	Aporque	48
1.12.8	Cosecha	49
1.13.	PLAGAS Y ENFERMEDADES	49
II	MATERIALES Y METODOS	52
2.1.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	52
2.2.	ANTECEDENTES DEL TERRENO	52
2.3.	CARACTERISTICAS DEL SUELO	53
2.4.	CONDICIONES CLIMATICAS	54

2.5.	MATERIAL GENETICO	55
2.6.	UNIDAD EXPERIMENTAL	59
2.7.	CAMPO EXPERIMENTAL	59
2.8.	TAMAÑO DE MUESTRA	61
2.9.	CARACTERISTICAS EVALUADAS	62
2.9.1.	Caracterización Morfológica	62
2.9.2.	Caracteres de Precocidad	73
2.9.3.	Caracteres de Productividad	74
2.10.	ANALISIS GENETICO	76
2.10.1	Selección por Caracteres	76
2.10.2.	Ganancia por selección y Cálculo de la heredabilidad	77
2.11.	CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	77
2.12.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	80
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
3.1.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	81
3.2.	CARACTERES DE PRECOCIDAD	107
3.3.	CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD	109
3.3.1.	Diámetro de Tallo Principal	111
3.3.2.	Número de Ramas Primarias	113
3.3.3.	Altura de Planta	115
3.3.4.	Longitud de Panoja	117
3.3.5.	Diámetro de Panoja	119
3.3.6	Peso de Panoja	121

3.3.7.	Rendimiento	123
3.4.	SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN	125
3.4.1.	Selección por caracteres	125
3.4.2.	Ganancia por selección	129
IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
4.1.	CONCLUSIONES	132
4.2.	RECOMENDACIONES	134
	RESUMEN	135
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	
	ANEXO	

INTRODUCCION

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta autóctona de los Andes y su origen se remonta alrededor del lago Titicaca. Constituye un recurso vegetal potencial debido a su gran adaptabilidad tanto de latitud como altitud; encontrándose en el Perú desde Tacna en el sur hasta Piura en el norte y desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm.

El cultivo de quinoa, es una especie estratégica porque los granos en promedio contienen 15 % de proteína de alto valor nutricional por sus aminoácidos esenciales (metionina, lisina y triptófano), en cantidades superiores a los de la cebada, trigo, maíz y arroz; es rica en fósforo y potasio, tiene múltiples usos en la alimentación humana y sus hojas tienen 3.3% de proteína que se consume como hortaliza, y en la alimentación animal se utilizan los residuos de cosecha. Pese a su reconocida calidad nutritiva no alcanza

la importancia requerida con respecto al área cultivada y producción, puesto que alcanzan niveles bajos. Según informaciones estadísticas, El MINAG - Ayacucho 2009, preliminarmente, hasta la fecha informa que en esta última campaña 2008-2009 se sembraron 1,885 has a nivel Regional, de las cuales se cosecharon 1,871 has, con una producción de 1,771 tm, un rendimiento promedio de 0.95 tm/ha, y un precio promedio en chacra de S/2.96/Kg. Lo cual nos indica que el rendimiento en general es bajo a nivel del departamento de Ayacucho, esto debido a que los agricultores que cultivan quinua descuidan en lo que se refiere principalmente en la selección de semilla como también en las labores culturales, la productividad también es afectada por la presencia de factores adversos como heladas, sequías, y otros. Esta baja notable tiene sus causas en la falta de una política de apoyo a los agricultores para poder superar las dificultades señaladas.

Elevar la productividad de la quinua implica realizar investigaciones en diferentes aspectos del cultivo como el mejoramiento genético, sanidad, suelos, fisiología, requerimientos hídricos, entre otros factores.

La mayor parte de los experimentos sobre quinua se han dado sobre su rendimiento, morfología, crecimiento y desarrollo, presencia de plagas y enfermedades. En donde ya se tiene información bastante conocida; pero no se tiene información específica en cuanto a mejoramiento del grano a nivel de los valles interandinos y zonas altas, las informaciones que se tienen son pocas, por las consideraciones antes expuestas.

A través de este trabajo experimental se estudiaron poblaciones de quinua de grano blanco, sus principales características morfológicas y cuantitativas, aplicando el

método de selección, que es una forma de mejoramiento en el cultivo de quinua. Se prevé que con la realización de este tipo de investigación, se pueda obtener mejores rendimientos para la condición de la región Ayacucho, los campesinos y demás productores interesados en el cultivo de quinua.

Estas consideraciones permiten plantearlos siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Formar poblaciones varietales de 25 poblaciones de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) con fines de mejoramiento genético.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar morfológicamente 25 poblaciones de quinua de grano blanco con fines de mejoramiento genético.
- Evaluar características de precocidad de 25 poblaciones de quinua de grano blanco con fines de mejoramiento genético.
- Evaluar características de productividad de 25 poblaciones de quinua de grano blanco con fines de mejoramiento genético.
- Evaluar la selección y respuesta a la selección de 25 poblaciones de quinua de grano blanco con fines de mejoramiento genético.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

León (2003), atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú-Bolivia, por estar presente gran cantidad de especies silvestres y una gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas: quinua de los valles, quinuas altiplánicas, quinuas de los salares, quinuas al nivel del mar y quinuas sub-tropicales.

Palma (SF), indica que la Quinua es una planta autóctona de los Andes y su origen se remonta alrededor del lago Titicaca. Se tiene vestigios de la existencia ya miles de años antes de los Incas; que indica que fue cultivada desde la

época prehispánica (hace 3000 a 5000 años) en los Andes y domesticada en Bolivia, Perú y Ecuador.

León (2003), indica que la quinua es un grano alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de la Argentina para las condiciones de montañas de altura aunque un ecotipo que se cultiva en Chile se produce a nivel de mar. Domesticada por las culturas prehispánicas se la utiliza en la alimentación desde por lo menos unos 3000 años.

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.

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.

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.

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 la presencia de otra especie similar también domesticada en el altiplano de Perú y Bolivia. 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. La historia tiene pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, sobre la quinua, pues no se conocen muchos ritos religiosos asociados al uso del grano. Las evidencias arqueológicas del norte chileno, señalan que la quinua fue utilizada 3000 años antes de Cristo, mientras que hallazgos en la zona de Ayacucho indicarían que la domesticación de la quinua ocurrió hace 5000 años antes de Cristo. Existen también hallazgos arqueológicos de quinua en tumbas de Tarapacá, Calama, Arica y diferentes regiones del Perú,

consistentes en semillas e inflorescencias, encontrándose abundante cantidad de semillas en sepulturas indígenas de los Tiltil y Quillagua (Chile).

La distribución del cultivo, se inicia con las culturas preincas y su expansión se consolida con el imperio incaico, extendiéndose desde Pasto-Colombia hasta el río Maule en Chile y Catamarca en Argentina.

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.

1.2. IMPORTANCIA Y USOS

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. Se calcula que en el Perú un 48% de los escolares sufren de desnutrición crónica, y en las zonas rurales el porcentaje alcanza un 67 % (Ministerio de Educación, 1994). Su importancia en la alimentación en los

países en vías de desarrollo como Perú y Bolivia, donde existen altos índices de desnutrición infantil. La importancia de las proteínas de la quinua se debe a la calidad de las mismas (Repo-Carrasco et al., 2001).

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 (De Bruin, 1964). En caso de la quinua resalta el alto contenido de calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc (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. 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.

Valor nutricional de la quinua

VALOR NUTRITIVO /100 g de producto fresco (promedio)	
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

1.3. TAXONOMÍA

Pérez(2005), reporta que la posición taxonómica de la quinua es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Clase	:	Dicotiledónea
Subclase	:	Angiospermas
Orden	:	Centrospermales
Familia	:	Chenopodiáceas
Género	:	Chenopodium

Sección : Chenopodia

Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

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

1.4. MORFOLOGIA DE LA QUINUA

1.4.1. Planta

Apaza y Delgado (2005), que el tipo de crecimiento es herbáceo, porte de planta erecta, de 100 a 142 cm. de altura, su inflorescencia forma una panoja de diversos colores.

Mujica (1993), menciona que la planta, es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los ecotipos, 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.

Huancahuari (1996), en los descriptores empleados en la caracterización de 14 cultivares de quinua, indica que el tipo de crecimiento es herbáceo cuando alcanza hasta 1m. de altura de planta, asimismo es arbustivo cuando la planta alcanza mas de 1m.

1.4.2. Raíz

Tapia (1979) afirma que la raíz es pivotante se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número y se originan en el periciclo. Generalmente alcanza poca profundidad en su desarrollo.

León (2003), manifiesta que el tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Alcanza longitud de 25 a 30 cm. Según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta.

1.4.3. Tallo

León (2003), indica que el tallo es de sección circular cerca de la raíz transformándose en angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo está endurecida, mientras la médula es suave cuando las plantas son tiernas, y seca con textura esponjosa cuando maduran.

Tapia (1987), menciona que según su desarrollo de la ramificación se pueden encontrar plantas con solo tallo principal y ramas laterales muy cortas en los ecotipos del altiplano o plantas con todas las ramas de igual tamaño; en los ecotipos de valle, dándose todos los tipos intermedios.

Gandarillas (1974), indica que en algunos ecotipos o razas las ramas son poco desarrolladas alcanzando unos pocos centímetros de longitud y en otras son

largas y llegan hasta la altura de la panoja principal, terminando en otras panojas.

1.4.4. 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. Ha observado que los pigmentos rojos y púrpura están constituidos por betacinina.

1.4.5. Inflorescencia

Se denomina panícula, por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios, varía según las razas. Según el tipo de panoja, Cárdenas (1969) citado por León (2003), agrupa todas las quinuas en amarantiforme, glomerulada e intermedia.

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

Amarantiforme, cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal.

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

1.4.6. Flores

Apaza y Delgado (2005), señalan que las flores carecen de pétalos, pueden ser hermafroditas ubicadas en la parte superior del glomérulo, pistiladas ubicadas en la parte inferior del glomérulo, andro-estériles, lo cual indica que puede tener hábito autógamo y alógamo. 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.

León (2003), indica que generalmente se encuentra 50 glomérulos en una planta y cada glomérulo está conformado por 18 a 20 granos aproximadamente. Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro como en todas las Quenopodiáceas. Hay un grupo intermedio como la blanca de Juli, originaria de Puno, en el cual el grado de cruzamiento depende del porcentaje de flores pistiladas.

1.4.7. Fruto

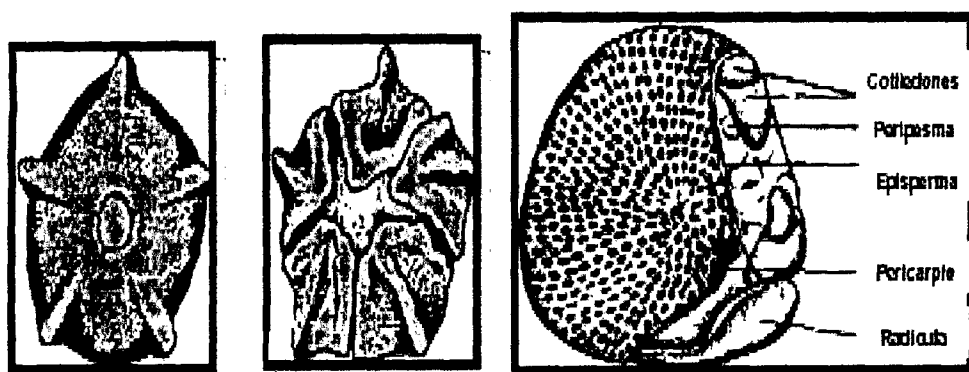
Mujica (1993), afirma que el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario súpero unilocular. Está constituido por el perigonio que contiene una sola semilla, la cual se desprende con cierta facilidad siendo este fruto seco e indehiscente.

León (2003), manifiesta que el color del grano esta dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y es donde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo; se ubica en la primera membrana.

1.4.8. Semilla

Apaza y Delgado (2005), manifiesta que la semilla es el fruto maduro sin el perigonio, aproximadamente de 1.8 a 2 mm. de diámetro. Es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta cuatro partes bien definidas que son: pericarpio, epispermo, embrión, perisperma. El que contiene la mayor cantidad de saponina es el pericarpio el embrión se enrolla por la parte central de la semilla, es variable dependiendo de la variedad, incluso dentro de la misma panoja varia, siendo general encontrar el tamaño más grande en la parte central del glomérulo.

León (2003), menciona que tiene forma lenticelada, que se encuentra envuelta por el perisperma, el tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2 mm. Ej. Var. Sajama, salcedo-INIA, Illpa-INIA; mediano de diámetro 1.8 a 1.9 mm. Ej. Var. Kancolla, tahuaco, chewecca y pequeño menos de 1.7 mm. De diámetro. Ej. Choclo, Blanca de Juli.



1.5. VARIABILIDAD DE LA QUINUA

Mujica (1993), afirma que la quinua presenta una gran variabilidad y diversidad de formas de planta e inflorescencia y su clasificación se ha hecho en base a ecotipos:

1.5.1. Quinua de los valles

Que crecen en los valles interandinos de 2000 a 3600 m.s.n.m., se caracterizan porque tienen gran desarrollo, pueden llegar de 2 a 2.5 m. de altura, son ramificadas, su periodo vegetativo es largo, con panojas laxas, con inflorescencia amarantiforme, son tolerantes al mildiu, en este grupo tenemos a la blanca de Junín, amarilla de Marangani y rosada de Junín.

1.5.2. Quinuas altiplánicas

Crece en lugares aledaños al lago Titicaca a una altura de 3 800 m.s.n.m., estos cultivos se caracterizan por tener buena resistencia a las heladas, son bajos en tamaño, no ramificados (tienen un solo tallo y panoja terminal que es glomerulada densa), llegan a tener una altura de 1.00 a 2.00 m., con periodo vegetativo corto, se tiene quinuas precoces como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, semi-tardías: blanca de Juli, tardías: como la kancolla, chewecca, tahuaco, Amarilla de Marangani.

1.5.2. Quinuas de los salares

Son nativas de los salares de Bolivia, como su nombre lo indica son resistentes y se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos son amargos y tienen alto porcentaje de proteínas miden de 1 a 1.5 m. de altura, presentan un solo tallo desarrollado; tenemos: la real boliviana, ratuqui, rabura, sayaña (variedades del altiplano boliviano).

1.5.3. Quinuas al nivel del mar

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

1.5.4. Quinuas sub-tropicales

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

1.6. VARIEDADES COMERCIALES DE QUINUA

León (2003), indica que las variedades con mayor difusión y mayor aceptación por el mercado, en el departamento setienen:

1.6.1. Grano Blanco

Salcedo-INIA, Illpa-INIA, blanca de Juli, kancolla, chewecca, tahuaco, Camacanil y Camacani II.

Salcedo-INIA:(Apaza, V.; Mujica, A.)

Selección surco-panoja var. “real boliviana x sajama”, en la estación experimental de Patacamaya, introducido en Puno en 1989, grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco, panojaglomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 Kg. /ha, resistente a heladas (-2C), tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre.

Illpa-INIA:(Apaza, V.)

Esta variedad se genera a partir de la cruce de las variedades sajama x blanca de Juli, realizado en los campos experimentales de Salcedo-Puno, en el año de 1985, presenta tamaño de grano grande de 1.8 a 2mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3,083 Kg. /ha resistente heladas, tolerante al mildiu.

Blanca de Juli (Morales, A.)

Selección de ecotipos locales de Juli-Puno grano mediano con 1.4 a 1.8 de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardia), rendimiento 2500 Kg. /ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito ellave.

Kancolla:(Flores, F. 1960)

Obtenido por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), grano mediano de 1.6 a 1.9mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg. /ha, tolerancia intermedia al mildiu, muy atacado por la kconakcona (*Eurysacca quinoa* Povof.), recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro.

Chewecca:(Canahua, A. 1978)

Obtenida por selección de ecotipos de Orurillo (Puno), grano pequeño de 1.2mm. de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja amarantiforme, periodo vegetativo 180 a 190 días (tardía), rendimiento 3000 Kg. /ha resistente

al ataque del mildiu, recomendable para zona Melgar, recomendada para las zonas de Lampa, Azángaro, Mañazo y Vilque.

Tahuaco: (Valdivia, R.1983)

Obtenida por selección surco panoja de ecotipos tipo kancolla, presenta grano de tamaño mediano de 1.5 a 1.7mm. de diámetro, de color blanco, es semi-dulce, su panoja es amarantiforme, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), rendimiento promedio de 3000 Kg. /ha, resistencia al ataque del mildiu, recomendada para las zonas de Lampa y Azángaro.

Sajama. (Gandarillas, H. 1967)

Esta variedad se genera, a partir de la cruce de dos líneas, Real 547 x dulce 559, es de origen Boliviano, es precoz de alto rendimiento, de grano blanco y grande, de 2 a 2.2mm de diámetro, es una variedad dulce libre de saponina, su panoja es glomerulada, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1.10 m, es susceptible al ataque ornitológico y mildiu por su carácter dulce, tiene un rendimiento de 3000 Kg./ha; se adapta bien en Azángaro, Ayaviri y Lampa.

Witulla. Es una variedad resultado de una selección masal predominante en la zona de llave (Puno), de grano mediano de 1.5 a 1.8mm de diámetro es de color morado a rosado, panoja tipo amarantiforme, es amarga y se le cultiva por la zona de llave, con rendimientos de 1200 a 1800 Kg. /ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu.

1.6.2. Grano de color

Pasankalla.

Es una variedad de color de grano plumizo a rosado, de sabor amargo, periodo vegetativo tardía, con gran aceptación en el mercado externo por sus cualidades de transformación.

Amarilla de Maranganí o cica 17 del Cusco.

De selección masal de zona de Sicuani (Cusco), grano de color amarillo, con alto contenido desaponina, panoja tipo amarantiforme, con rendimiento de 3500 Kg. /ha, tiene un periodo vegetativo de 210 días, es resistente al ataque de mildiu.

1.7. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

Apaza y Delgado (2005), mencionan que el medio ambiente es el primer factor condicionante de la producción de todo cultivo.

Las condiciones climáticas y el suelo tienen influencias muy marcadas en la producción y productividad de la quinua. El clima está determinado por una serie de factores tales como altitud, precipitación, temperatura, latitud, vientos, iluminación, etc.

León(2003), menciona que en zonas marginales de los andes altos, la quinua se enfrenta con altos riesgos ambientales como heladas, sequías prolongadas, granizo, vientos fuertes, suelos pobres y ácidos.

1.7.1. Altitud. El cultivo de la quinua tiene un amplio y diverso rango de adaptación dependiendo de los genotipos y variedades, desarrollándose desde los 2500 a 3700 msnm (Pérez, 2005).

1.7.2. Clima. La quinua por su amplia variabilidad genética se adapta a diferentes climas de los valles interandinos templados y lluviosos, por ello es necesario conocer que genotipos o variedades son recomendables para cada zona agroecológica (Pérez, 2005).

León (2003), indica que la temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 – 15 °C, puede soportar hasta –4 °C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano.

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

León (2003), informa que las heladas se dan por temperaturas menores de - 4°C y causan rupturas del plasma mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares de la planta. A la vez indica que el cultivo de la quinua resiste sin problemas heladas hasta - 5°C por 20 días, excepto en sus fases críticas, que son los primeros 60 días después de la siembra y la fase de la floración. Hay ecotipos que resisten bien a heladas hasta - 8°C, y después de los daños ocurridos se recuperan a través de la producción de ramas secundarias.

La quinua soporta épocas de sequía prolongada hasta 60 días, excepto en los estados fenológicos de: germinación hasta 4 hojas verdaderas, floración y madurez de estado lechoso (León, 2003).

Un exceso de humedad es dañino en las épocas de: floración (polen se convierte inviable), madurez de estado pastoso y completo (la quinua puede germinar en la panoja) y cosecha (altos costos de secado). Durante todo el ciclo del cultivo un exceso de humedad, especialmente en combinación con *temperaturas elevadas*, favorece al ataque de hongos (León, 2003).

Los granizos causan daños en el follaje, reduciendo la fotosíntesis y el rendimiento. Es especialmente desventajoso en el estado de madurez del grano, porque puede causar un desgrane completo.

Se han visto que hay variedades menos susceptibles al granizo y que se caracterizan por: ser precoces, tener láminas gruesas y tener un menor ángulo de inserción de las hojas (León, 2003).

León (2003), indica que cuando las lluvias vienen acompañadas de fuertes vientos, producen el volcamiento o “acame” de la quinua, lo que incide posteriormente en la baja de los rendimientos, por la interrupción que sufre el desarrollo normal de la planta. Para lo cual recomienda evitar cultivar la quinua en los sectores excesivamente ventosos en vista de que son proclives a su rápida desecación y posteriormente, el acame de las plantas.

A la vez menciona, que los vientos secos y calientes pueden adelantar la maduración del grano si se presentan después de su formación, lo cual trae como consecuencia el adelgazamiento del mismo y consecuentemente la pérdida de su calidad.

Respecto a la radiación León (2003), informa que la quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su periodo

vegetativo y productivo. Los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para el cultivo de la quinua, ya que ello contribuye a una mayor actividad fotosintética.

El cultivo de quinua prospera adecuadamente con 12 horas de luz por día, en el hemisferio sur, sobre todo en el altiplano Perú-Bolivia (León, 2003).

1.7.3. Suelo. La quinua se adapta muy bien a suelos francos, franco arenosos y francos arcillosos, que tengan buen drenaje y buena cantidad de materia orgánica, el cultivo puede darse en terrenos de pendiente moderada a medianamente planos, el pH puede variar entre 5.5 – 7, teniendo en consideración que existe genotipos que se pueden adaptar a suelos salinos y alcalinos (Pérez, 2005).

1.7.4. Agua. En cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo en años más o menos seco de 300 – 500 mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción. En cuanto a la precipitación: óptimo: 300 – 500 mm y máximo: 600 – 800 mm (León, 2003).

1.8. CARACTERES DE PRECOCIDAD

Los caracteres de precocidad se puede determinar a través de la fenología que mide los diferentes estados o fases de desarrollo de la planta, mediante una apreciación visual en la que se determinan los distintos eventos de cambio o transformación fenotípica de la planta, relacionadas con la variación climática, dando rangos comprendidos entre una y otra etapa.

Según Wahli (1990), los materiales de quinua se pueden clasificar por madurez fisiológica de la siguiente manera: materiales tardíos mayor de 180 días, materiales semitardíos, 150 y 180 días, materiales semiprecoces, 130 y 150 días, y materiales precoces menor de 130 días.

El INEA (2006), indica que en el caso de la quinua se ha determinado que la planta atraviesa por trece fases fenológicas importantes y claramente distinguibles, ello en base a la observación de las diferentes accesiones del banco de germoplasma sembradas en varios años y localidades, así como observación del cultivo de distintas variedades en campo de agricultores, habiendo determinado y nominado las siguientes:

1.8.1. Emergencia

Es cuando los cotiledones aún unidos, emergen del suelo a manera de una cabeza de fosforo y es distinguible solo cuando uno se pone al nivel del suelo, en esta etapa es muy susceptible de ser consumido por las aves por su succulencia y exposición de la semilla encima del talluelo ello ocurre de los 5-6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad.

León (2003), menciona que la emergencia depende de la humedad del suelo; si

el suelo esta húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. En esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es franco-arcilloso. Si el suelo es franco-arenoso, puede resistir aproximadamente, hasta 7 días. También la resistencia depende mucho, del tipo de siembra; si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo pero dentro del surco, podrá resistir a la sequía.

1.8.2. Hojas cotiledonales

Es cuando los cotiledones emergidos se separan y muestran dos hojas extendidas de forma lanceolada angosta, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hilera nítida., en muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura, también en esta fase es susceptible al daño de aves, debido a la carnosidad de sus hojas, esto ocurre de los 7 a 10 días después de la siembra.

1.8.3. Dos hojas verdaderas

Es cuando, fuera de las dos hojas cotiledonales aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular, en esta fase puede ocurrir el ataque de gusanos cortadores de plantas tiernas [*Copitarsia*, *Feltia*) Ticuchis'

1.8.4. Cuatro hojas verdaderas

Es cuando ya se observados pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botónfoliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e

inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase ya la planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío, porque ha extendido fuertemente sus raíces y muestra movimientos násticos nocturnos cuando hace frío. Dada la presencia de hojas tiernas, se inicia el ataque de insectos masticadores de hojas (*Epitrix* y *Diabrotica*) Pulguilla saltona y Loritos sobre todo cuando hay escasez de lluvias.

1.8.5. Seis hojas verdaderas

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose las hojas cotiledonales de color amarillento y algo flácido. Se notan ya las hojas axilares, desde el estado de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones del ápice a la base de la plántula, esta fase ocurre de los 35 a 45 días después de la siembra, en la cual se nota con mayor claridad la protección del ápice vegetativo por las hojas más viejas especialmente cuando se presentan bajas temperaturas, sequía y sobre todo al anochecer.

1.8.6. Ramificación

Se nota 8 hojas verdaderas extendidas y extensión de las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo, también se observa la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días después de siembra. En esta fase se efectúa el aporque para las quinuas de valle, así mismo, es la etapa de mayor resistencia al frío y se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos: debido a la gran cantidad de hojas es la etapa en la

quemayormente se consumen las hojas como verdura, hasta esta fase el crecimiento de la planta pareciera lento, para luego alargarse rápidamente.

1.8.7. Inicio de panojamiento

La inflorescencia se ve que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ello ocurre de los 55 a 60 días de lasiembra: así mismo se puede ver amarillamiento del primer par de hojas verdadera; (hojas que dejaron de ser fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta fase ocurre el ataque de la primera generación de *Eurísacca quinoae* Povolmy "kcona-kcona". En esta fase, la parte más sensible a las heladas no es el ápice, sino por debajo de este y en caso de severas bajas de temperatura que afectan a la planta, se produce el colgado del ápice.

1.8.8. Panojamiento

La inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa ocurre de los 65 a 70 días de la siembra: a partir de esta etapa se puede consumir las panojas tiernas como verdura.

1.8.9. Inicio de floración

Es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillento, ocurre de los 75 a 60 días de la siembra, en esta fase, la planta es bastante sensible a la sequía y heladas, también ocurre

amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética.

1.8.10. Floración o antesis

Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal (cuando existan inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto 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. en esta etapa debe observarse al medio día. Ya que en horas de la mañana y al atardecer, las flores se encuentran cerradas, por ser heliófilas. Así mismo la planta elimina en mayor cantidad las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente y existe abundancia de polen en los estambres que tienen una coloración amarilla.

1.8.11. Grano lechoso

Fase cuando los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días después de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción.

1.8.12. Grano pastoso

Es cuando los frutos al ser presionados presenta una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días después de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurissacca quínoae*. Povolny "Kcona-Kcona" causa daños considerables, así mismo el déficit de humedad afecta fuertemente a la producción

1.8.13. Madurez fisiológica

Es la fase en la que la planta completa su madurez, y se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presenta resistencia a la penetración,

ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 %: el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica, viene a constituir el periodo de llenado de grano.

1.8.14. 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

1.9. PRODUCTIVIDAD

1.9.1. Rendimiento

Según Bonifacio *et al.* (2001), el rendimiento es el resultado de los componentes de tipo genético, ambiental y la interacción genético-ambiental, donde la parte genética, que es heredable, es importante desde el punto de vista del mejoramiento.

León (2003), indica que los rendimientos varían en función a la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo en el proceso productivo, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, obteniéndose entre 800kg/ha a 1400Kg/ha en años buenos. Sin embargo según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3000kg/Ha.

Mujica(1983), indica que el potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t/ha 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.

Así mismo Zevallos (1984), 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.

Dípaz (2010), en condiciones de Canaán – INIA Ayacucho, a 2730 msnm, con 11 cultivares de quinua procedente de la provincia de Huanta, La Mar y Huamanga, obtuvo los siguientes rendimientos:

Cultivar	Rendimiento (kg/Ha)
CQA - 04	5213.6
CQA - 06	4693.7
CQA - 01	4680.0
CQA - 10	4353.3
CQA - 09	4327.9
CQA - 03	3758.9
CQA - 11	3152.9
CQA - 05	3082.8
CQA - 08	2738.2
CQA - 07	2661.5
CQA - 02	2482.5

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

ORDEN DE MÉRITO	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.

1.10. SAPONINA

Las saponinas son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades como las del jabón: cada molécula está constituida por un elemento soluble en lípidos (el esteroide o el triterpenoide) y un elemento soluble en agua (el azúcar), y forman una espuma cuando son agitadas en agua.

Las saponinas son tóxicas, se cree que su toxicidad proviene de su habilidad para formar complejos con esteroides: Las saponinas podrían interferir en la

asimilación de esteroides por el sistema digestivo, o romper las membranas de las células luego de ser absorbidas hacia la corriente sanguínea.

1.10.1. Método para determinar saponinas en quinua

Lescano (1994), indica que el método de espuma tiene validez para determinar el contenido de saponinas en granos de quinua dentro de un rango de concentraciones que va desde 0.01% hasta 0.37%, valores que relacionan a alturas de espumas que van desde 0.2 a 3 cm.

Según Sabaleta, citado por Basigalupo y Tapia (1990), el nivel máximo aceptable de saponina en la quinua para consumo humano oscila entre 0.06 y 0.12%. Nieto citado por Apaza y Delgado (2005), define como: quinuas libres de saponina en variedades de 0.00% de saponina; quinuas dulces en variedades con menos de 0.06% de saponina y quinuas amargas las variedades que tienen más de 0.16

a. Método normal

- Pesar $0,50 \pm 0,02$ g de granos enteros de quinua y colocarlos en un tubo de ensayo.
- Añadir 5,0 ml de agua destilada y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro (o leer el reloj) y sacudir vigorosamente el tubo durante 30 segundos.
- Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos, luego sacudir otra vez durante 20 segundos.

- Dejar en reposo durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos. Dar al tubo una última sacudida fuerte, igual a las sacudidas que se usan con termómetros orales.
- Dejar el tubo en reposo 5 minutos, luego medir la altura de la espuma al 0,1 cm más cercano.

Cálculos

$$\text{mg saponina/g peso fresco} = \frac{0.646 * (\text{altura de espuma 30 s cm.}) - 0.104}{(\text{Peso de muestra en gr})} \quad (1)$$

$$\% \text{ saponina} = \frac{0.441 * (\text{altura de espuma 30 s cm.}) - 0.104}{(\text{Peso de muestra en gr}) * 10} \quad (2)$$

b. Método rápido

Para hacer determinaciones más rápidas puede tomarse la lectura de la altura de espuma después de una agitación de 30 segundos, esperando unos 10 segundos más para que se estabilice la espuma.

La ecuación de correlación entre lecturas de alturas de espuma tomadas después de 30 segundos de agitación y las tomadas normalmente al fin de 73 minutos es:

$$(\text{Altura final}) = 0,683 \times (\text{altura de espuma después de 30 s}) + 0,163 \quad (3)$$

La sustitución de la ecuación (3) en las ecuaciones (1) y (2) da:

$$\text{mg saponina/g peso fresco} = \frac{0.441 * (\text{altura de espuma 30 s cm.}) + 0.001}{(\text{Peso de muestra en gr})}$$

$$\% \text{ saponina} = \frac{0.441 * (\text{altura de espuma 30 s cm.}) + 0.001}{(\text{Peso de muestra en gr})} * 10$$

Con este método rápido se relaciona una quinua dulce con una altura de espuma de 1,2 cm o menos.

1.11. SELECCIÓN

FAO (2001), indica que la selección es un proceso de mejoramiento que consiste en el aprovechamiento de la variabilidad presente en el material genético de partida. El material base para la selección puede ser una variedad tradicional, una variedad mejorada en uso, variedad antigua, una accesión de germoplasma o una variedad comprada en el mercado.

Apaza y Delgado (2005), afirman que podemos aplicar un Programa de selección en cualquier población de plantas pudiendo ser estas: población de genotipos obtenidos de cruzamientos o pueden ser grupos de líneas o población de plantas para producción, sobre las cuales se realiza la selección y para ello se debe tener en cuenta los objetivos de mejoramiento, los mismos que para el caso de la quinua se deben aplicar de la siguiente manera:

- Rendimiento.

Siendo el rendimiento una característica poligénica debemos de seleccionar por varias características que son los componentes del rendimiento, tales como altura de planta, grosor de tallo, ancho de la panoja, largo de la panoja, tamaño

de grano, tamaño de la hoja, etc., este potencial genético debe estar acompañado de buenas condiciones de fertilidad de suelo, clima y agua.

- **Calidad.**

Es otra característica poligénica, gobernada por varios genes, lo que nos indica también tiene componentes y más que componentes, la calidad esta expresada en diferentes parámetros como puede ser: contenido de proteína, tamaño de grano, bajo contenido o libre de saponina (carácter recesivo), color de grano, etc.

- **Resistencia a factores bióticos.**

Es la capacidad que tiene las plantas para repeler o ahuyentar a plagas como la kconakcona, pulgones, trips, etc. O a enfermedades como el mildiu, mancha ojival de tallo, etc.

- **Resistencia a factores.**

Es la capacidad que tiene las plantas para poder soportar la presencia de factores adversos climáticos (bajas temperaturas, sequias, desgrane de granizadas, etc.) o edáficos (pH, salinidad, etc.) sin que estos le causen daño o reduzcan su producción.

- **Adaptación.**

El material seleccionado puede ser por adaptación específica o por adaptación general, la adaptación específica s obtiene cuando se realiza la selección en una sola localidad durante varias campañas, mientras que la adaptación general se alcanza seleccionando durante varios años pero en diferentes localidades que difieren en cuanto a los factores climáticos como edáficos.

- **Uniformidad en la maduración.**

Esta característica es importante en la quinua como en cualquier otro cultivo que se trilla, ya que se debe tener en cuenta plantas que maduren todas al mismo tiempo, pues si se tiene granos verdes o húmedos en la trilla o en el almacén estas pueden provocar la fermentación de los granos de todo el stock, plantas que presentan una madurez uniforme permite también que se haga un mejor trabajo empleando maquinaria.

- **Precocidad.**

Esta característica es sumamente importantes en nuestra zona y en nuestros días porque el período de lluvias se ha visto reducido en los últimos años y no permiten el desarrollo normal de las plantas ni la madurez fisiológica de los granos y para poder evitar que las plantas lleguen a ser afectadas por las heladas tempranas se requiere tener variedades precoces.

1.11.1. La selección masal

Lescano (1994), menciona que este método se basa en la gran variabilidad genética que presenta este cultivo en campo de los agricultores como en los bancos de germoplasma, lo que permite rápidos avances en el mejoramiento por selección. Es importante también mencionar que debido a la gran variabilidad climática y edáfica de las zonas productoras, se ha inducido indirectamente a una selección natural.

La FAO (2001), indica que es más recomendada para las especies alógamas, pero en el caso de la quinua, este método ha sido adoptado para aprovechar la variabilidad natural existente en las variedades nativas y para purificar las variedades mezcladas mecánica o genéticamente.

La selección masal en la quinua permite purificar las variedades sin perder mucho la base genética de la variedad original, pero no es posible obtener una alta pureza genética en el material seleccionado.

Lescano (1994), indica que las variedades obtenidas por selección masal o por selección natural con ayuda, requiere de muchísimo menos recursos humanos especializados y recursos económicos que los que son tipo genealógico, pueden ser obtenidos directamente de los campos de los agricultores y pueden ser utilizados pocos años después del inicio del programa de mejoramiento.

Uno de los aspectos importantes en estos tipos de selecciones, es la adaptación y la rusticidad, y dependiendo de la variabilidad genética del material original, pueden lograrse verdaderos ecotipos de elevado potencial genético.

1.11.2. Selección Recurrente

La selección recurrente es un método de mejoramiento de la población diseñado para aumentar la frecuencia de alelos deseables para un carácter cuantitativo particular mediante entrecruzamientos frecuentes entre genotipos superiores dentro de la población (Poehlman y Allen, 2005).

1.11.3. Ganancia por selección y Heredabilidad

1.11.3.1. Ganancia por selección

El cambio producido por la selección que nos interesa principalmente es el que afecta a la media de la población. Significa la diferencia del valor fenotípico medio entre la descendencia de los progenitores seleccionados y la generación parental antes de la selección.

Dipaz (2010), en su trabajo experimental en condiciones de Canaán, reporto la ganancia por selección para el rendimiento de grano en 11 poblaciones de quinua el cual se muestra en el siguiente cuadro:

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

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 porciento de mejora respecto al promedio población obtenido en la presente campaña de cultivo.

1.11.4. Heredabilidad

La heredabilidad es una medida de importancia relativa de la herencia y el ambiente y su valor depende de la magnitud de las variancias genotípica y fenotípica, yaque un cambio en cualquiera de ellas la afectaría. Este parámetro de heredabilidad es de particular importancia por su valor predictivo de la respuesta a la selección.

1.11.4.1. Herencia de caracteres

Lescano (1994), menciona que indudablemente, la quinua es la especie mejor adaptada a las condiciones semiáridas y frías de las zonas altoandinas, donde la producción de alimentos tiene especial importancia para soportar una población creciente. Con el fin de delinear programas específicos de mejoramiento, es necesario conocer la herencia de los varios caracteres que involucran la planta, que al final son la interacción de varios factores genéticos y medio ambientales. En el cuadro se muestra la heredabilidad en sentido amplio de 32 caracteres de interés de la quinua. Estudiados a partir de 20 genotipos procedentes de: Puno, Cuzco, Ayacucho y Ancash-Perú

Nº	NOMBRE DE LOS CARACTERES	HEREDABILIDAD (H ²)
01	Días a floración	0.75
02	Altura de Planta a floración	0.75
03	Área foliar de la hoja media	0.48
04	Duración de la hoja media	0.79
05	Días a madurez fisiológica	0.82
06	Periodo de llenado del grano	0.09
07	Número de hojas	0.44
08	Altura de planta a madurez fisiológica	0.78
09	Peso seco de planta madurez	0.50
10	Peso seco del tallo a madurez	0.57
11	Diámetro del tallo a madurez	0.60
12	Longitud de panoja	0.04
13	Diámetro de panoja	0.61
14	Diámetro del raquis de la panoja	0.00
15	Longitud del glomérulo central	0.25
16	Diámetro del glomérulo central	0.58
17	Peso seco del glomérulo central	0.55
18	Número de glomérulos por panoja	0.06
19	Peso de semilla del glomérulo central	0.46
20	Peso de semilla por panoja	0.33
21	Peso de broza por glomérulo central	0.44
22	Peso de broza por planta	0.38
23	Número de semillas por glomérulo central	0.56
24	Peso de 100 semillas	0.00
25	Contenido de proteína	0.04
26	Relación semilla/paja	0.43
27	Índice de cosecha	0.50
28	Rendimiento por hectárea	0.33
29	Índice de llenado de grano	0.33
30	Índice efectivo de la hoja media	0.26
31	Índice cosecha del glomérulo central	0.00
32	Relación semilla / paja / glomérulo central	0.00

1.12. ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO

1.12.1 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.

1.12.2. Siembra

a) 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. 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).

b) Época de siembra

La época de siembra es uno de los factores determinantes del éxito de la producción de la quinua, aunque la época de siembra en sí misma es válida sólo en áreas con sistemas de riego establecido. 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 (Canahua, 1992).

c) Modalidad de siembra

Canahua (1992), manifiesta que la siembra de la quinua se realiza generalmente en tres formas:

- **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.
- **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.
- **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.
- **En melgas**, es una forma de siembra intermedia entre el voleo y en surcos, 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.

1.12.3. Abonamiento

La incorporación de materia orgánica en forma de estiércol es vital para la germinación de la semilla, a pesar de que la quinua es una planta halófila, 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).

1.12.4. Deshierbo.

En los primeros estados fenológicos 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 cicutarum*), 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).

1.12.5. 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.

Mujica (1977), indica que 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.

1.12.5. 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).

1.12.6. 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).

1.12.7. 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.

Apaza y Delgado (2005), menciona que la decisión de cuando iniciar la cosecha está determinado principalmente por la humedad del grano, cuando estos alcanzan una humedad de 18 -22 %, se produce la madurez fisiológica. En este estado de los granos la planta empieza a secarse, produciéndose una rápida pérdida de humedad, cuando llega a 14% de humedad, la planta está completamente amarilla se considera como madurez de cosecha.

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.

1.13. PLAGAS Y ENFERMEDADES:

Cossio(2005), indica que el cultivo de la quinua es afectado por una amplia gama de insectos durante su período vegetativo.

Apaza y Delgado (2005), indican que el cultivo de quinua presenta problemas fitosanitarias provocados tanto por plagas de insectos pájaros, nematodos y roedores, como por enfermedades producidas por hongos, bacterias y virus, que ocasionan pérdidas directas e indirectas.

Plagas

- **Konakona.** La plaga más importante de la quinua es la *Eurisaccamelanocampta*, conocido como “pegador de hojas” “qhonaqhona”. Tapia (1979), menciona que las variaciones de quinuas dulces a blancas son relativamente las preferidas de esta plaga.

El ataque de estos insectos es más intenso en las épocas de sequía y “veranillos”. Las larvas de la primera generación (noviembre-diciembre) minan y destruyen las hojas e inflorescencias en formación, pegan las hojas tiernas, enrollándolas y alimentándose en el interior del parénquima. En ataques severos, las plantas aparecen arrolladas y en pocos días se puede destruir el cultivo.

Mujica (1998), afirma que puede destruir por completo la producción de granos, debido a su frecuencia e intensidad de sus daños.

- **Complejo ticona.** Tapia *et al* (1979), indican que las Ticonas o Ticuchis: *Feltiaexperta* Walk y *Spodoptera* sp.; Gusano de tierra o gusanos cortadores: *Copitarsia* *turbata* y *Agrostis ypsilon*; todos Lepidópteros-Noctuidae. Son insectos que se alimentan cortando plantas recién germinadas o destruyendo panojas y hojas apicales en formación.

- ***Epicauta latitarsis* (escarabajo negro)**

Pérez(2005), indica que es una plaga que puede causar daño en muy corto tiempo. Atacan a las hojas e inflorescencia tiernas y producen la esquelatización de las plantas. Se presentan en épocas de sequía y pueden destruir campos íntegramente.

- ***Astillus sp.***(escarabajo de las panojas)

Pérez (2005), es una plaga polífaga que se encuentra en la mayoría de las plantas en floración, son escarabajos pequeños de color marrón con franjas longitudinales en los élitros de color naranja a marrón claro, el daño lo ocasiona el adulto comiendo los estambres y sacos polínicos perjudica.

Enfermedades

La quinua está expuesta a una serie de enfermedades que afectan principalmente al follaje, tallo y panoja.

Mujica (1998) afirma que la enfermedad más importante y generalizada del cultivo de quinua es el “mildiu” (*Peronospora farinosa*.),que produce una defoliación considerable, que se presenta incluso en condiciones extremas de temperatura, humedad ambiental y precipitación aunque las condiciones ambientales de mayor humedad favorecen el desarrollo del hongo, una vez iniciada la infección por el inóculo si las condiciones ambientales son favorables, continua produciéndose abundantes conidios dando lugar reinfecciones sucesivas en los mismo campos.

Salis (1985), señala que las enfermedades de menor importancia son la podredumbre marrón del tallo, la mancha ojival del tallo y la mancha bacteriana.

Las enfermedades virosas influyen en la calidad del grano a obtenerse no solo en tamaño y vigor de la semilla si no que muchas veces causa producción de granos vanos de color amarillento y deforme, trayendo como consecuencia desvalorización del producto y fuertes pérdidas económicas en caso de ataques severos.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizo en los terrenos de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria, en los meses de diciembre 2009 a junio del 2010, con 13° 10' 09" latitud sur y a 74° 12' 82" longitud oeste y a una altitud de 2735 m.s.n.m., ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO

Anterior al presente trabajo de investigación, durante la Campaña Agrícola 2008-2009, se sembró cebada con fines de investigación.

2.3. CARACTERISTICAS DEL SUELO

El suelo del terreno experimental fue muestreado a una profundidadde 20 cm, tratando de obtener una muestra representativa homogénea, que se analizó en el Laboratorio de Suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Los resultados se muestran en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Análisis Químico y Físico del Suelo de la Estación Experimental Canaán- INIA Ayacucho.

	COMPONENTES	CONTENIDO	MÉTODO	INTERPRETACION
QUÍMICOS	Ph (H ₂ O)	6.9	Potenciómetro	Ligeramente ácido
	Materia Orgánica (%)	1.36	Walkley Black	Bajo
	Nitrógeno Total (%)	0.07	SemimicroKjeldhal	Muy bajo
	P disponible (ppm)	30.22	BrayKurtz I	Alto
	K disponible (ppm)	314.38	Turbidimetría	Alto
FÍSICOS	Arena (%)	52.1	Hidrómetro de Bouyoucos	Franco arcilloso
	Limo (%)	17.2		
	Arcilla (%)	30.7		

De los resultados del análisis químico y físico del suelo en el cuadro 2.1, se concluye que el pH (6.9) es ligeramente ácido y está dentro del rango donde la mayoría de las plantas crecen satisfactoriamente y en el que puede expresar mejor su potencialidad de productividad. El contenido de materia orgánica (1.36 %) es bajo, muy bajo en el contenido de N total (0.07 %), alto en el contenido de P-disponible (30.22 ppm) y K- disponible (314.28 ppm), (Ibáñez y Aguirre, 1983) y la clase textural es franco arcilloso arenoso.

2.4. CONDICIONES CLIMATICAS

Los datos temperatura máxima, mínima y media, así como la precipitación de la campaña agrícola 2009-2010 fueron proporcionados por la estación meteorológica del Centro Experimental Canaán INIA – Ayacucho, ubicado a una altitud de 2735 msnm.

A partir de la tabulación de datos de temperatura máxima, mínima y media 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 agropecuarios y forestales. ONERN (1979).

Las temperaturas registradas se muestran en el cuadro 2.2. y Figura 2.1. campaña agrícola (2009-2010). La temperatura máxima promedio mensual es de 26.60°C, que se registró en el mes de octubre y la temperatura promedio mínima mensual de 7.10°C, que se registró en el mes de julio; en cuanto a la precipitación pluvial; se tuvo una precipitación anual total de 467.40mm, dándose las máximas precipitaciones en los meses de diciembre y enero. El balance hídrico se realizó utilizando el método de la Oficina Nacional de Evaluación de recursos naturales (ONERN), con el cual se determinó los meses de exceso y déficit de humedad. Al efectuar el balance hídrico, se obtiene un déficit en los meses de setiembre a octubre 2009 y de abril a agosto 2010; las precipitaciones de los meses noviembre a marzo superan la evapotranspiración realizada, por lo tanto hubo suficiente humedad en el suelo (figura 2.1).

Durante el periodo vegetativo del cultivo, comprendido entre diciembre 2009 a mayo 2010. La temperatura máxima, media y mínima fue 24.78°C, 14.85°C y 11.13°C. respectivamente con una precipitación de 363.80 mm. por lo que se mantuvo bajo precipitaciones pluviales relativamente normales.

2.5. MATERIAL GENETICO

En el presente experimento se empleó el material genético conformado de 25 cultivares de quinua grano blanco (colecciones), procedentes de la Provincia de Huamanga, distrito de Acocro, seleccionadas en el Programa de Cultivos Andinos de la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria, adicionalmente se incluyó un compuesto formado por la mezcla balanceada de los 25 poblaciones de base. Los cuales se detallan en el cuadro 2.3.

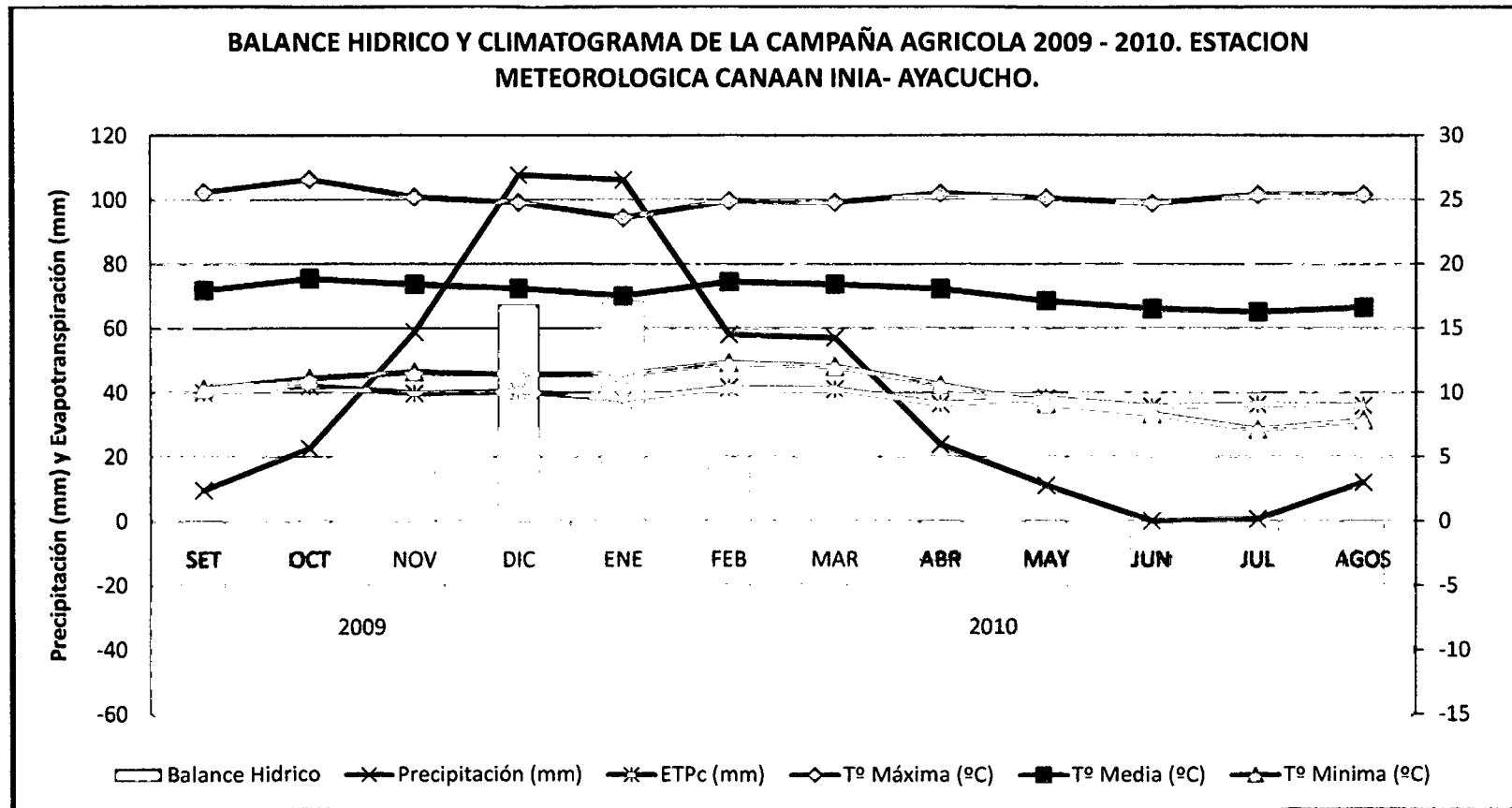
Cuadro 2.2 Temperaturas (máximas, media, mínimas), Precipitación, Evapotranspiración y Balance Hídrico Mensual
(setiembre 2009 a agosto 2010). Estación Meteorológica del Centro Experimental Canaán INIA, a 2735
msnm. Ayacucho

DATOS:

Estación meteorológica : Centro Experimental Canaán INIA
Altitud : 2735 msnm
Coordenadas : 13°10'09" LS 74°12'82" LO

DESCRIPCION	Año 2009						Año 2010						TOTAL	PROM.
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS		
T° Máxima (°C)	25.60	26.60	25.20	24.80	23.60	24.90	24.80	25.50	25.10	24.70	25.40	25.40		25.13
T° Media (°C)	17.95	18.85	18.40	18.10	17.50	18.60	18.40	18.05	17.10	16.50	16.25	16.60		17.69
T° Mínima (°C)	10.30	11.10	11.60	11.40	11.40	12.30	12.00	10.60	9.10	8.30	7.10	7.80		10.25
Precipitación (mm)	9.60	22.60	58.80	107.80	106.20	58.00	57.00	23.80	11.00	0.00	0.60	12.00	467.40	
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		
ETP (mm)	89.03	93.50	88.32	89.78	84.00	92.26	91.26	80.86	84.82	79.20	80.60	79.68	1033.30	
Factor de corrección	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45		
ETPc (mm)	40.06	42.07	39.74	40.40	37.80	41.52	41.07	36.39	38.17	35.64	36.27	35.86		
Humedad del suelo (mm)	-30.46	-19.47	19.06	67.40	68.40	16.48	15.93	-12.59	-27.17	-35.64	-35.67	-23.86		
Exceso			19.06	67.40	68.40	16.48	15.93							
Déficit	-30.46	-19.47						-12.59	-27.17	-35.64	-35.67	-23.86		

Figura 2.1. Precipitación, Balance Hídrico, evapotranspiración, temperatura máxima, mínima y media Mensual.
Estación meteorológica del Centro Experimental Canaán INIA, a 2735 msnm. Ayacucho.



Cuadro 2.3. 25 Cultivares de quinua grano blanco en Estudio

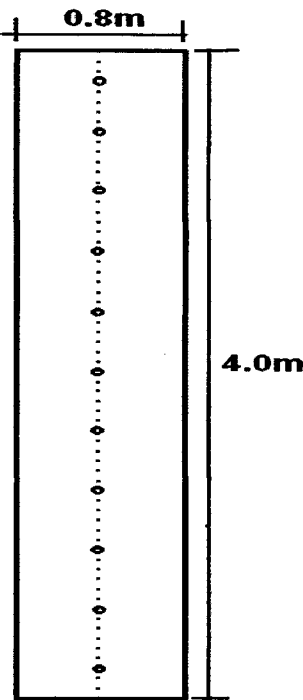
CULTIVAR	PROVINCIA	DISTRITO	PROCEDENCIA	ALTITUD m.s.n.m
CQA - 023	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 024	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 025	Huamanga	Acocro	Pampamarca	3 245
CQA - 026	Huamanga	Acocro	Pampamarca	3 245
CQA - 027	Huamanga	Acocro	Lircay - Pampamarca	3 245
CQA - 028	Huamanga	Acocro	Pampamarca	3 245
CQA - 033	Huamanga	Acocro	Chihuampampa	3 250
CQA - 034	Huamanga	Acocro	Cochabamba	3 250
CQA - 043	Huamanga	Acocro	Pampamarca	3 245
CQA - 044	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 045	Huamanga	Acocro	Ccochani – acocro	3 247
CQA - 046	Huamanga	Acocro	Weco - andaraqay	3 247
CQA - 047	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 048	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 049	Huamanga	Acocro	Weco - Andaraqay	3 247
CQA - 050	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 051	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 052	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 054	Huamanga	Acocro	Pampamarca	3 245
CQA - 055	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 056	Huamanga	Acocro	Andaraqay	3 247
CQA - 057	Huamanga	Acocro	Weco - Andaraqay	3 247
CQA - 058	Huamanga	Acocro	Acocro	3 247
CQA - 059	Huamanga	Acocro	Pampamarca	3 245
CQA - 062	Andahuaylas	Andahuaylas	Andahuaylas	2 926

2.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformada de una planta de quinua, para tal propósito se instalaron plantas sembradas en 1 surco de 4 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. CAMPO EXPERIMENTAL

Unidad de parcela experimental.



◦ Plantas seleccionadas para el estudio.

➤ Área de la parcela experimental: 3.20 m²

Croquis del campo experimental

POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 023	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 024	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 025	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 026	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 027	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 028	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 033	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 034	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 043	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 044	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 045	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 046	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 047	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 048	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 049	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 050	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 051	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 052	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 054	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 055	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 056	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 057	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 058	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 059	
POBLACION VARIETAL	
POBLACION CQA - 062	
POBLACION VARIETAL	
4.0 m	

40.80 m

Características del campo experimental:

- Ancho del campo: 4.0 m.
- Largo del campo: 40.80 m
- Distancia entre surcos: 0.80 m.
- Numero de surcos: 51
- Área efectiva total = 163.2 m²
- ❖ Población Varietal: mezcla proporcionada de 25 poblaciones (colecciones) de quinua grano blanco.

2.8. TAMAÑO DE MUESTRA

Cada población base estuvo formada mínimo de 64 plantas excepto el compuesto que estuvo formada de 1664 plantas. El tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes formulas.

Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

$$n = \frac{NPQ}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + PQ} = \frac{64 * 0.95 * 0.05}{(64-1)\left(\frac{0.125}{1.96}\right)^2 + 0.95 * 0.05} = 10$$

Donde:

N = tamaño de población

P = proporción de plantas típicas esperadas (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:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{64 * 144}{(64-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 144} = 16$$

Donde:

N = tamaño de población

σ^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 10 plantas, mientras que para caracteres cuantitativos se tomo 16 plantas.

2.9. CARÁCTERISTICAS EVALUADAS

2.9.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Las características morfológicas se evaluaron en 10 plantas igualmente competitivas, tomando al azar de la parte central del surco; con la finalidad de registrar las características de alta heredabilidad que puedan observarse fácilmente y son capaces de expresarse en cualquier medio ambiente.

Descriptores Empleados en la Caracterización de 25 Cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), según el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI e IFAD elaborado por el Dr. S.K James Range Science Department, University of California, USA.

1. Tipo de Crecimiento

1. Herbáceo
2. Arbustivo

2. Porte de la Planta

1. Erecto
5. Semierecto
9. Decumbente

3. Tallo

Formación del tallo

0 tallo principal no prominente

+ Tallo principal prominente

Angulosidad de la sección del tallo principal

Observar en la base.

0 sin ángulos (cilíndrico)

+ Anguloso (tendencia cilíndrica)

Diámetro del tallo principal

Medido en milímetros, por debajo de la primera panoja o de la primera rama con panoja. Media de al menos 10 plantas.

Presencia de axilas pigmentadas

0 Ausentes

+ Presentes

Presencia de estrías

0 Ausentes

+ Presentes

Color de las estrías

1. Amarillo

2. Verde

3. Gris

4. Rojo

5. Púrpura

6. Otros (especifíquense)

Color de tallo

- 1.Amarillo
- 2.Verde
- 3.Gris
- 4.Rojo
- 5.Purpura
- 6.Otros (especifiquense)

Intensidad del color de tallo

3. Claro
4. Medio
5. Oscuro

4. Ramificación

Presencia de ramificación(Ver figura 1)

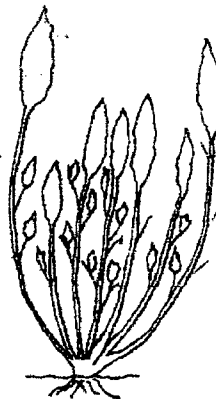
- 0 Ausentes
- + Presentes

Figura 1. Presencia de ramificación

0 Ausente



+ Presente



Ramas primarias. Número por planta

Posición de las ramas primarias

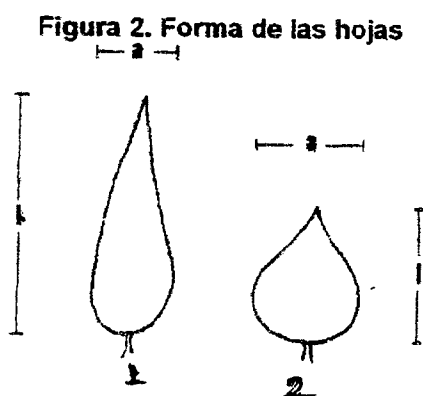
- 1 Salen oblicuamente del tallo principal
- 2 Salen de la base con una cierta curvatura

5. Hoja

Las hojas presentan polimorfismo en la misma planta y pueden variar para distintos grupos de quinua.

Forma de las hojas inferiores

Relación longitud/anchura; ver figura 2. Media en al menos 10 plantas.



Forma de las hojas superiores

Relación longitud/anchura; ver figura 2. Media en al menos 10 plantas.

Borde de las hojas inferiores

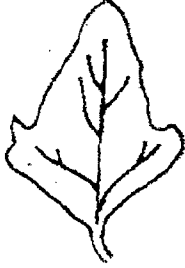
1. Entero (dientes ausentes)
2. Dentado (dientes presentes)

Dientes en las hojas básales

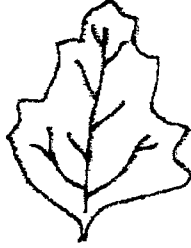
Número de dientes; ver figura 3. Media en al menos 10 plantas.

Figura 3. Dientes en las hojas básales

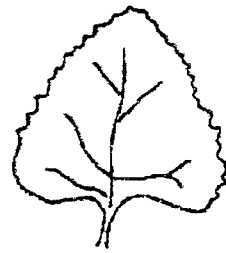
3 pocos dientes



5 3-12 dientes



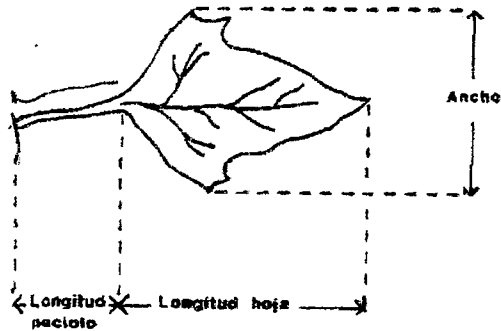
7 más de 12 dientes



Longitud máxima del peciolo

En milímetros; ver figura 4. Media en al menos 10 plantas, midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta.

Figura 4. Medidas de la hoja



Longitud máxima de las hojas

En milímetros; ver figura 4. Media en al menos 10 plantas, midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta.

Anchura máxima de las hojas

En milímetros; ver figura 4. Media en al menos 10 plantas, midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta.

Color de las hojas básales

1 Verde

2 Roja

3 Purpura

4 Otros (especifíquense)

Color del peciolo de las hojas

1 Verde

2 Verde – rojo (mixtura)

3 Rojo

Presencia de gránulos en la lamina (HPG)

0 Ausentes

+ Presentes

Color de gránulos en las hojas (CGF)

1 Blanco

2 Blanco – rojo (mixtura)

3 Rojo

6. Inflorescencia o Panoja

Color de la panoja antes de la madurez

Aproximadamente 100-130 días después de la germinación

1 Blanca

2 Roja

3 Purpura

4 Amarilla

5 Anaranjado

- 6 Marrón
- 7 Gris
- 8 Negra
- 9 Roja y Verde
- 10 Otros (especifiquense)

Intensidad del color de la panoja antes de la madurez

Aproximadamente 100-130 días después de la germinación

- 3 Claro
- 5 medio
- 7 Oscuro

Color de la panoja en la cosecha

Aproximadamente 140-220 días después de la germinación

- 1 Blanca
- 2 Roja
- 3 Purpura
- 4 Amarilla
- 5 Anaranjado
- 6 Marrón
- 7 Gris
- 8 Negra
- 9 Roja y Verde
- 10 Otros (especifiquense)

Intensidad del color de la panoja en la cosecha

- 3 Claro

5 medio

7 Oscuro

Tipo de panoja

La panoja puede ser terminal y bien diferenciada del resto de la planta o no diferenciada claramente del eje principal.

1 Diferenciada y terminal

3 No diferenciada

Forma da la panoja

La panoja se llama amarantiforme cuando sus glomérulos están insertados directamente en el eje secundario y presentan una forma alargada. Se llama glomerulada cuando dichos glomérulos están insertos en los llamados ejes glomerulares y presentan una forma globosa. Ver figura 5.

1 Glomerulada

2. Amarantiforme

Figura 5. Forma de la panoja

1 Glomerulada



2 Amarantiforme



Longitud de la panoja

Densidad de la panoja

3 Laxa

5 Intermedia

7 compacta

Longitud de los glomérulos

7. Caracteres del Fruto

Color del perigonio

1 Verde

2 Blanco

4 Blanco sucio

5 Blanco opaco

6 Amarillo claro

7 Amarillo intenso

8 Anaranjado

9 Rosado

10 Rojo bermellón

11 Guinda

12 Café

13 Gris

14 Negro

15 Otros (especificuense)

Color del episperma

1 Transparente

2 blanco

3 café

- 4 café-oscuro
- 5 negro – brillante
- 6 negro- opaco
- 7 otros (especifíquense)

Aspecto del perisperma

- 1 Opaco
- 2 Translucido hialino (chulpi)

Forma del borde del fruto

- 1 Afilado
- 2 Redondeado

Forma del fruto

- 1cónico
- 2cilíndrico
- 3 elipsoidal

8. Caracteres de la Plántula

Existencia de pigmentación en los cotiledones

- 0 No pigmentado
- + pigmentado

Intensidad del color

- 3 claro
- 5 medio
- 7 oscuro

Longitud de los cotiledones

Media en milímetros al menos 10 plantas

Existencia de pigmentación en el hipocotilo

0 No pigmentado

+ pigmentado

Intensidad de la pigmentación del hipocotilo

3 claro

5 medio

7 oscuro

Longitud del hipocotilo

Desde el nivel del suelo hasta la base de los cotiledones. Media en milímetros al menos 10 plantas.

9. Evaluación de Saponina

Método rápido

Normalmente se realizó la determinación del contenido de saponina en un tiempo de 73 minutos, según este método de espuma, pero para hacer determinaciones mas rápidas puede tomarse la lectura de la altura de espuma después de una agitación de 30 segundos, esperando unos 10 segundos más para que se establezca la espuma.

$$\text{mg saponina/g peso fresco} = \frac{0.441 * (\text{altura de espuma 30 s}) + 0.001}{(\text{Peso de muestra en gr})}$$

$$\% \text{ saponina} = \frac{0.441 * (\text{altura de espuma 30 s}) + 0.001}{(\text{Peso de muestra en gr}) * 10}$$

Contenido de Saponina

Observar la cantidad de espuma producida por la semilla después de agitar.

0 Nada

4 Poca

5 Intermedia

7. Bastante

Sabor de las semillas

0 Libre de saponina

3 Dulce

4 Intermedio

6 amargo

2.9.2. CARACTERES DE PRECOCIDAD.

Las características de precocidad se evaluaron en 10 plantas igualmente competitivas, tomando al azar de la parte central del surco; teniendo en cuenta los días después de la siembra (dds).

- **Emergencia (dds).**Se registro cuando el 50 % + 1 de las plántulas habían emergido.
- **Días al estado de cuatro hojas verdaderas (dds).**Se registro cuando el 50 % + 1 de las plántulas presentaron cuatro hojas verdaderas.
- **Días a la ramificación (dds).**Se registro cuando el 50 % + 1 de las plántulas presentaron ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.

- **Días al panojamiento (dds).** Se registro cuando el 50 % + 1 de las plantas presentaron la inflorescencia que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; y cuando se observaron los glomérulos de la base los botones florales individualizados
- **Días al estado de grano lechoso (dds).** Se registro cuando el 50 % + 1 de las plantas presentaron los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja y que al ser presionados exploten y dejen salir un líquido lechoso.
- **Días al estado de grano pastoso (dds).** Se registro cuando el 50 % + 1 de las plantas presentaron los frutos que al ser presionados presentaron una consistencia pastosa de color blanco.
- **Días a la madurez fisiológica (dds).** Se registro cuando el grano formado al ser presionado por las uñas, presente resistencia a la penetración y el contenido de humedad del grano varíe 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 tratamientos.

2.9.3. CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

Los caracteres de productividad se evaluaron en 16 plantas igualmente competitivas, tomadas al azar de la parte central del surco, para cual se hizo uso de los descriptores de caracterización de quinua según IPGRI.

- **Diámetro de tallo (mm).** Se evaluó en la madurez fisiológica, en la parte central del tercio medio de la planta.

- **Número de ramas primarias.** Se contó el número de ramas primarias a madurez fisiológica.
- **Altura de planta (cm).** Se tomó la medida (madurez fisiológica), entre el cuello de la raíz al ápice de la panoja principal, a madurez fisiológica.
- **Longitud de la panoja (cm).** Se tomó la medida (madurez fisiológica) entre la base de la panoja y el extremo distal de la misma.
- **Peso de panoja (g).** Se cosecharon 10 panojas, las cuales se determinó el peso de panoja(madurez de cosecha).
- **Peso de grano/panoja (g).** Después del trillado de las panojas seleccionadas, se procedió al pesado de los granos de cada panoja (madurez de cosecha).
- **Peso de 1000 semillas (g).** Se tomó tres repeticiones de cada cultivar.
- **Diámetro de grano (mm).** Se tomó la medida de 10 granos de quinua por cultivar, los cuales se midieron haciendo uso del vernier.
- **Número de plantas/m².** Se tomó 16 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 determinó 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.

2.10. ANALISIS GENÉTICO

2.10.1. 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.

2.10.2. Ganancia por selección y Cálculo de la heredabilidad

Esquema del análisis de variancia

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Cultivar	24	CMc
Error	150	CMe
Total	174	

Variancia ambiental: $\sigma^2g = CMe/r$

Variancia genética: $\sigma^2e = (CMc - CMe)/r$

Variancia fenotípica = Variancia ambiental + variancia genética

Calculo de heredabilidad:

$$h^2 = \sigma^2g / (\sigma^2g + \sigma^2e/r)$$

Donde:

h^2 = heredabilidad

σ^2g = Variancia genética

σ^2e = Variancia ambiental

r = Número de repeticiones

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

$$GS = (1/2) (\bar{x}_s - \bar{x}_o) h^2$$

Donde:

=

$\bar{x}_s$ = Promedio del rendimiento de la selección.

$\bar{x}_p$ = Promedio del rendimiento poblacional.

h^2 = heredabilidad

2.11. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

1. Preparación del Terreno.

Esta labor se realizó, haciendo uso de maquinaria agrícola efectuando el roturado con 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 13 de noviembre del 2009.

2. Abonamiento.

La cantidad de fertilizantes empleado en el presente trabajo experimental fue de 80 – 80- 40 kg/ha de NPK, utilizando como fuentes la úrea (46%N), Fosfato di Amoniac (18% N y 46% P_2O_5) y Cloruro de Potasio (60% K_2O). Previa a la siembra se mezcló los fertilizantes (NPK) y se incorporó manualmente a “chorro continuo” al fondo de los surcos, cubriendo luego con una delgada capa de tierra, el N se aplicó en 2 partes (en la siembra y en el aporque). El fósforo se aplicó todo a la siembra, lo mismo que el potasio.

3. Siembra.

La siembra se realizó el 24 de diciembre de 2009 con una densidad de siembra de 12kg/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 85, 100 y 115 días después de la siembra

5. Deshierbo.

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 germinación, en el desahije y en el momento del aporque, utilizando el producto químico Ciperklin 25 a una dosis de 10 cc, benlate en polvo 5 cc., en 15 litros de agua. (Bomba de mochila).

La enfermedad que se presentó fue el mildiú (*Perenospora farinosa*), que tuvo una incidencia en un 25% en las plantas, controlándose esta con y ridomil a 25 cc.en15 litros de agua

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 de Innovación Agraria - INIA.

La cosecha se realizó del 15 de abril, 26 al 30 de mayo del 2010.

2.12. ANALISIS ESTADISTICO

La caracterización morfológica se analizó mediante métodos de estadística descriptiva y el análisis estadístico de las variables de productividad se realizaron 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).

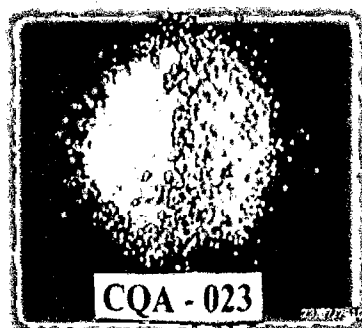
CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Los cultivares en estudio mostraron las siguientes características morfológicas, se evaluó según los descriptores del numeral 2.9.1

Imagen N° 01



CULTIVARCQA – 023

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 151.1 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 13.1
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 49.1 cm.
Tamaño de grano	: 1.69 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.51 gr.
Contenido de saponina	: 0.08%
Rendimiento	: 4759 kg/ha

Imagen N° 02



CULTIVARCQA – 024

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 143.7 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 12.4
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 46.4 cm.
Tamaño de grano	: 1.80 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.45 gr.
Contenido de saponina	: 0.56%
Rendimiento	: 7856 kg/ha

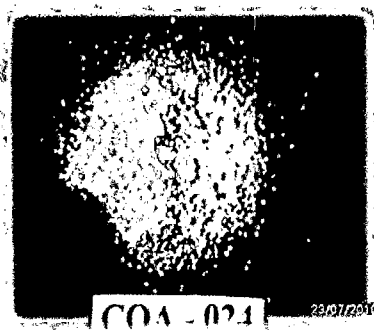


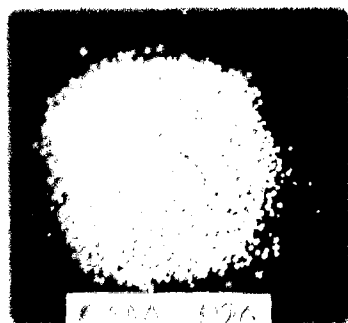
Imagen N° 03



CULTIVARCQA – 025

Procedencia	: Pampamarca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 151.9 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 13.4
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 51.9 cm.
Tamaño de grano	: 2.01 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.50 gr.
Contenido de saponina	: 0.49%
Rendimiento	: 8171 kg/ha

Imagen N° 04



CULTIVARCQA – 026

Procedencia	: Pampamarca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 142.9 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 10.6
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 50.1 cm.
Tamaño de grano	: 1.69 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.36 gr.
Contenido de saponina	: 0.51%
Rendimiento	: 5735 kg/ha

Imagen N° 05



CULTIVARCQA – 027

Procedencia	: Lircay-Pampamrca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 139.1 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 12.0
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 45.6 cm.
Tamaño de grano	: 1.74 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.26 gr.
Contenido de saponina	: 0.33 %
Rendimiento	: 3927 kg/ha

Imagen N° 06



CULTIVARCQA – 028

Procedencia	: Pampamarca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 122.9 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 7.7
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 47.3 cm.
Tamaño de grano	: 2.28 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.42 gr.
Contenido de saponina	: 0.29%
Rendimiento	: 2711 kg/ha

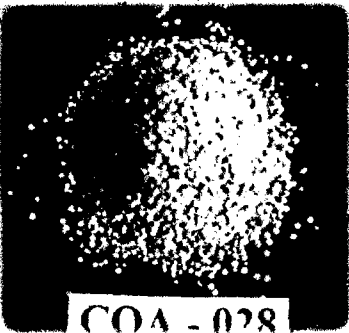


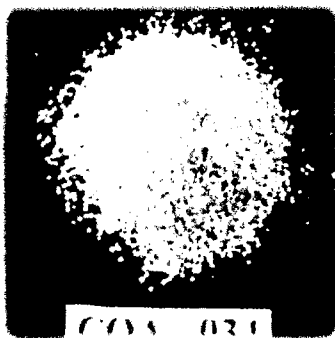
Imagen N° 07



CULTIVARCQA – 033

Procedencia	: Chihuanpampa
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 124.1 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 8.0
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 46.3 cm.
Tamaño de grano	: 1.52mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.14 gr.
Contenido de saponina	: 0.42%
Rendimiento	: 4846 kg/ha

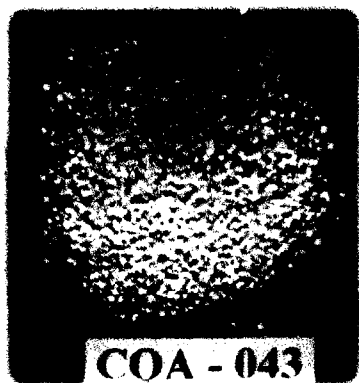
Imagen N° 08



CULTIVARCQA – 034

Procedencia	: Cochabamba
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 126.7 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 10.6
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 50.3 cm.
Tamaño de grano	: 1.56 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.41 gr.
Contenido de saponina	: 0.17%
Rendimiento	: 4513 kg/ha

Imagen N° 09



CULTIVARCQA – 043

Procedencia	: Pampamarca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 144.4 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 11.9
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 55.9 cm.
Tamaño de grano	: 1.67 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.41 gr.
Contenido de saponina	: 0.35%
Rendimiento	: 8089 kg/ha

Imagen N° 10



CULTIVAR CQA - 044

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 139.4 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 7.6
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 50.9cm.
Tamaño de grano	: 1.67 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.60 gr.
Contenido de saponina	: 0.49 %
Rendimiento	: 5794 kg/ha

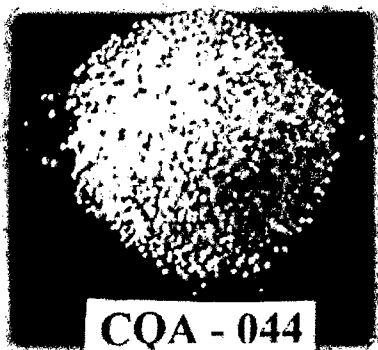


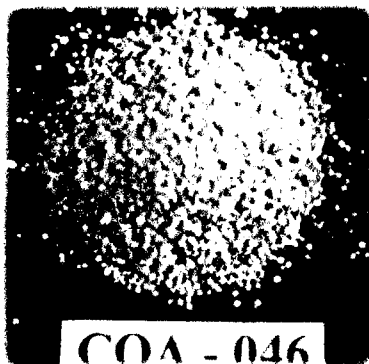
Imagen N° 11



CULTIVARCQA – 045

Procedencia	: Ccochani
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 141.3 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 7.3
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 49.9 cm.
Tamaño de grano	: 1.79 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.58 gr.
Contenido de saponina	: 0.44%
Rendimiento	: 5343 kg/ha

Imagen N° 12



CULTIVARCQA – 046

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 135.1 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 6.9
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 51.6 cm.
Tamaño de grano	: 1.76 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.51 gr.
Contenido de saponina	: 0.48%
Rendimiento	: 5457 kg/ha

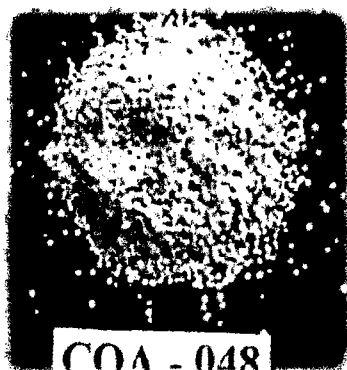
Imagen N° 13



CULTIVARCQA – 047

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 139.4 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 9.1
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 50.6 cm.
Tamaño de grano	: 1.98 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.79 gr.
Contenido de saponina	: 0.48%
Rendimiento	: 5158 kg/ha

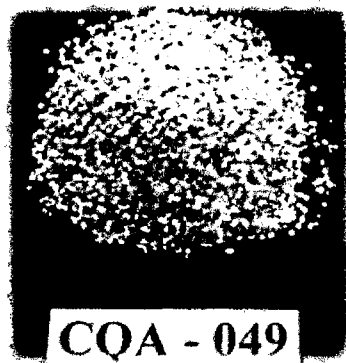
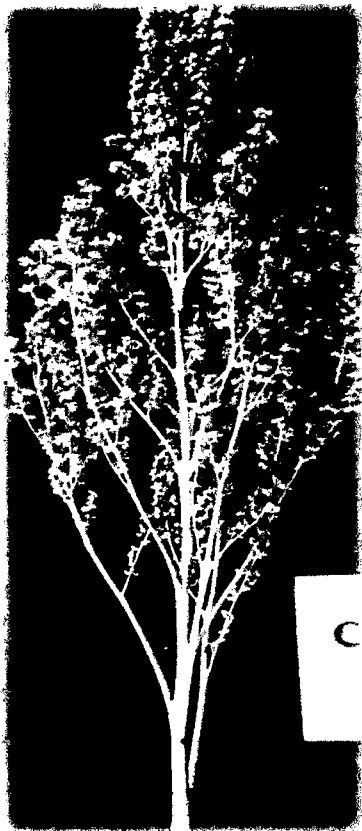
Imagen N° 14



CULTIVARCQA – 048

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 135.0 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 8.9
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 53.6 cm.
Tamaño de grano	: 1.50 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.17 gr.
Contenido de saponina	: 0.00%
Rendimiento	: 4847 kg/ha

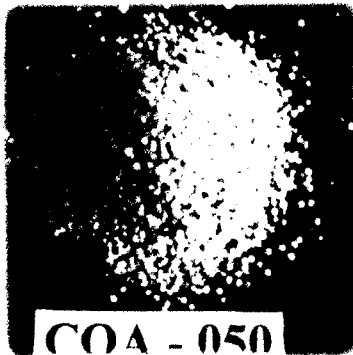
Imagen N° 15



CULTIVARCQA – 049

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 127.4 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 10.0
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 47.4 cm.
Tamaño de grano	: 1.58 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.41 gr.
Contenido de saponina	: 0.47%
Rendimiento	: 5926 kg/ha

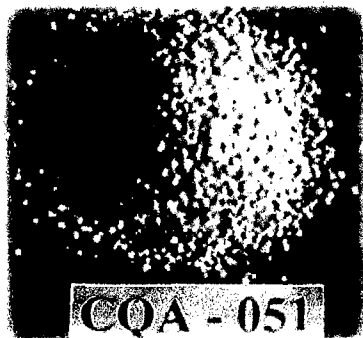
Imagen N° 16



CULTIVARCQA – 050

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Altura de Planta	: 104.4 cm.
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 5.7
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 41.6 cm.
Tamaño de grano	: 1.67 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.21 gr.
Contenido de saponina	: 0.47%
Rendimiento	: 2756 kg/ha

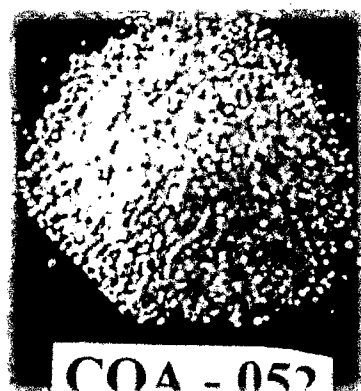
Imagen N° 17



CULTIVARCQA – 051

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 104.9 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 2.7
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de MF	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 41.4 cm.
Tamaño de grano	: 1.9 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.43 gr.
Contenido de saponina	: 0.07%
Rendimiento	: 2375 kg/ha

Imagen N° 18



CULTIVARCQA – 052

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 119.7 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 5.3
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Amarantiforme
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 41.1 cm.
Tamaño de grano	: 1.75 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.42 gr.
Contenido de saponina	: 0.40 %
Rendimiento	: 3669 kg/ha

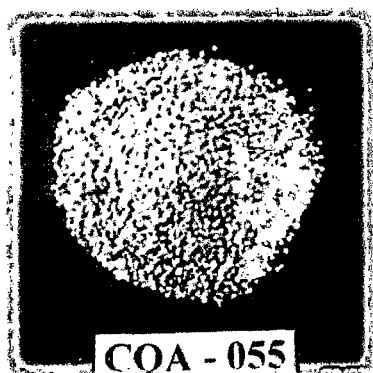
Imagen N° 19



CULTIVARCQA – 054

Procedencia	: Pampamarca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 119.0 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 6.6
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 44.9 cm.
Tamaño de grano	: 1.71 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.42 gr.
Contenido de saponina	: 0.23%
Rendimiento	: 5055 kg/ha

Imagen N° 20



CULTIVARCQA – 055

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 136.1 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 9.9
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 48.3 cm.
Tamaño de grano	: 1.9 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.88 gr.
Contenido de saponina	: 0.24%
Rendimiento	: 5309 kg/ha

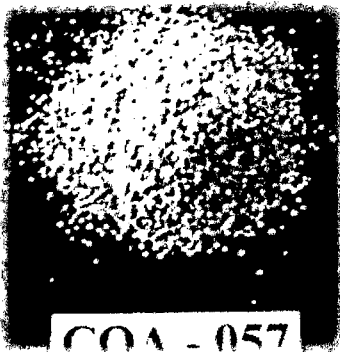
Imagen N° 21



CULTIVARCQA – 056

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 119.4 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 5.4
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 42.3 cm.
Tamaño de grano	: 1.57 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.68 gr.
Contenido de saponina	: 0.14%
Rendimiento	: 4540 kg/ha

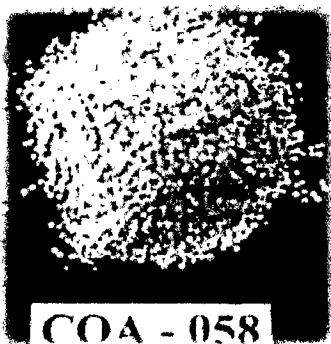
Imagen Nº 22



CULTIVARCQA – 057

Procedencia	: Andaraqay
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 121.7 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 6.9
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 41.7 cm.
Tamaño de grano	: 1.61 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.67 gr.
Contenido de saponina	: 0.43%
Rendimiento	: 5910 kg/ha

Imagen N° 23



CULTIVARCQA – 058

Procedencia	: Acocro
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 114.3 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 9.1
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Blanco
Longitud de panoja	: 42.1 cm.
Tamaño de grano	: 1.66 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.45 gr.
Contenido de saponina	: 0.08%
Rendimiento	: 4759 kg/ha

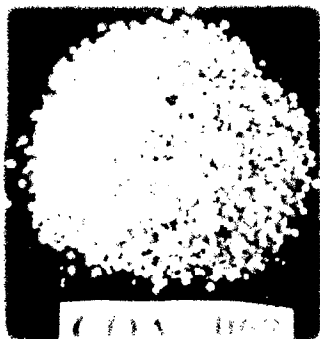
Imagen N° 24



CULTIVARCQA – 059

Procedencia	: Pampamarca
Tipo de crecimiento	: Arbustivo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 130.0 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 5.4
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: Crema
Longitud de panoja	: 44.1 cm.
Tamaño de grano	: 1.9 mm.
Peso de 1000 semillas	: 2.44 gr.
Contenido de saponina	: 0.47%
Rendimiento	: 4373 kg/ha

Imagen N° 25



CULTIVARCQA – 062

Procedencia	: Andahuaylas
Tipo de crecimiento	: Herbáceo
Porte de la planta	: Erecto
Altura de Planta	: 61.7 cm.
Angulosidad del tallo	: Anguloso
Axilas	: No Pigmentadas
Numero de ramas primarias	: 7.0
Color de hoja basal	: Verde
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarillo claro
Color panoja en Cosecha	: Anaranjada Claro
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma panoja	: Glomerulada
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: Amarillo Crema
Longitud de panoja	: 30.9 cm.
Tamaño de grano	: 2.29 mm.
Peso de 1000 semillas	: 4.24 gr.
Contenido de saponina	: 0.56 %
Rendimiento	: 4759 kg/ha

3.2. CARACTERES DE PRECOCIDAD

Cuadro 3.1. Características de Precocidad de 25 Cultivares de quinua Grano

Blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm.

Ayacucho.

Código	Emergencia	Días a 4 hojas	Días a Ramificación	Días a Panojamiento	Días a Floración	Días a Grano lechoso	Días a Grano pastoso	Días a Madurez fisiológica
CQA-023	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-024	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-025	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-026	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-027	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-028	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-033	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-034	6	22	38	51	72	102	111	123
CQA-043	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-044	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-045	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-046	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-047	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-048	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-049	6	20	38	48	69	98	102	116
CQA-050	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-051	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-052	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-054	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-055	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-056	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-057	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-058	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-059	6	20	38	51	72	102	111	123
CQA-062	6	18	32	43	56	62	79	90

Las características de precocidad de los 25 cultivares de quinua en estudio se muestra en el cuadro 3.1, no encontrándose diferencia en días a la emergencia, todos los cultivares emergieron a los 06 días después de la siembra en forma muy homogénea, del mismo modo la etapa de ramificación dándose a los 38 días después de la siembra en los 24 cultivares en estudio a excepción del Cultivar CQA-062 que se dio a los 32 días después de la siembra; el panojamiento varió de 43,48 y 51 días después de la siembra, siendo el cultivar CQA-062 quien entró a la etapa de panojamiento a los 43 días después de la siembra, el cultivar CQA-049 a los 48 días de la siembra, y los demás cultivares se dieron a los 51 días después de la siembra.

Del mismo modo los días a la floración varió de 56,69 a 72 días después de la siembra entrando en primer lugar el cultivar CQA-062, seguido del cultivar CQA-049 y los demás cultivares se dieron a los 72 días después de la siembra, alcanzando la madurez fisiológica a los 90 días para el cultivar CQA-062, seguido del cultivar CQA-049 dándose a los 116 días y para los demás cultivares dándose a los 123 días después de la siembra, no existiendo diferencia significativa entre los diferentes cultivares respecto a su fenología. Según Wahli (1990), los materiales de quinua se pueden clasificar por madurez fisiológica de la siguiente manera: materiales tardíos mayor de 180 días, materiales semitardíos, 150 y 180 días, materiales semiprecoces, 130 y 150 días, y materiales precoces menor de 130 días, según a lo mencionado por Wahli caracterizándose todas como cultivares precoces.

3.3. PRODUCTIVIDAD

En el cuadro 3.2, se observan los cuadrados medios para los caracteres de productividad, se encuentra diferencia altamente significativa en todos los caracteres de rendimiento, por lo que se procedió a efectuar la prueba de contraste Tukey (0.05), para establecer las diferencias o semejanzas entre los diferentes promedios de los caracteres evaluados de los cultivares en estudio.

Cuadro 3.2. Cuadrados medios del análisis de variancia para el diámetro de tallo, número de ramas primarias, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja y rendimiento por panoja de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios						
		Diámetro de tallo	Nº Ramas primarias	Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	peso de panoja	Rendimiento
Cultivar	24	13,86 **	53,49 **	2494,59 **	195,42 **	352,89 **	2183,44 **	420,66 **
Error	150	5,10	11,85	165,51	72,38	135,14	279,59	47,02
Total	174							
Promedio		9,57	8,54	127,83	46,61	44,77	55,77	24,90
CV		23,58	40,32	10,06	18,26	25,97	29,98	27,53

Nota: La variable peso de panoja se evaluó sólo en 24 selecciones, por lo que los grados de libertad para este caso son, selección = 23, error = 144 y total = 167.

3.3.1. Diámetro de Tallo Principal

Cuadro 3.3. Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de tallo de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de tallo mm	ALS(Tukey) 0.05		
CQA-025	12.29	a		
CQA-026	12.29	a		
CQA-055	11.14	a	b	
CQA-054	10.57	a	b	
CQA-058	10.43	a	b	c
CQA-034	10.29	a	b	c
CQA-043	10.29	a	b	c
CQA-049	10.29	a	b	c
CQA-024	10.14	a	b	c
CQA-045	10.14	a	b	c
CQA-023	10.00	a	b	c
CQA-044	9.71	a	b	c
CQA-047	9.57	a	b	c
CQA-027	9.43	a	b	c
CQA-033	9.43	a	b	c
CQA-048	9.29	a	b	c
CQA-057	9.00	a	b	c
CQA-059	9.00	a	b	c
CQA-052	9.00	a	b	c
CQA-046	9.00	a	b	c
CQA-062	8.86	a	b	c
CQA-056	8.29	a	b	c
CQA-028	8.00	a	b	c
CQA-050	6.86		b	c
CQA-051	6.00			c

Los promedios obtenidos para los cultivares son estadísticamente diferentes, varían de 6.0 a 12.29 mm. como se muestra en el cuadro 3.2; los cultivares que presentan mayor diámetro de tallo son CQA-025, CQA-026, CQA-055, seguido

de los cultivares CQA-058, CQA-034, CQA-043, CQA-049, CQA-024, CQA-045, CQA-023, CQA-044, CQA-047, CQA-027, CQA-033, CQA-048, CQA-057, CQA-059, CQA-052, CQA-046, CQA-062, CQA-056 y CQA-028 con 10.43, 10.29, 10.29, 10.29, 10.14, 10.14, 10.00, 9.71, 9.57, 9.43, 9.43, 9.29, 9.00, 9.00, 9.00, 9.00, 8.86, 8.29 y 8.00 mm. respectivamente; y los cultivares que presentaron menor diámetro fueron CQA-050 y CQA-051 con 6.86 y 6.00 mm. respectivamente. Presentando un coeficiente de variación de 23.58%.

Dí paz (2010), en su trabajo de investigación en la Estación Experimental Canaán-INIA, reportó que el cultivar CQA-11 presentó mayor diámetro de tallo con 5.8 mm y el cultivar CQA-05 obtuvo menor diámetro, promedios que están por debajo de los promedios encontrados.

Huancahuari (1996), observó en condiciones de Canaán (2750 msnm) - 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 se asemejan a los obtenidos en el presente trabajo.

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

3.3.2. Número de Ramas Primarias

Cuadro 3.4. Prueba de Tukey para los promedios de Número de Ramas primarias de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Nº ramas primarias	ALS(Tukey) 0.05			
CQA-025	13.4	a			
CQA-023	13.1	a			
CQA-024	12.4	a	b		
CQA-027	12.0	a	b	c	
CQA-043	11.9	a	b	c	
CQA-026	10.6	a	b	c	
CQA-034	10.6	a	b	c	
CQA-049	10.0	a	b	c	
CQA-055	9.9	a	b	c	
CQA-058	9.1	a	b	c	d
CQA-047	9.1	a	b	c	d
CQA-048	8.9	a	b	c	d
CQA-033	8.0	a	b	c	d
CQA-028	7.7	a	b	c	d
CQA-044	7.6	a	b	c	d
CQA-045	7.3	a	b	c	d
CQA-062	7.0	a	b	c	d
CQA-046	6.9	a	b	c	d
CQA-057	6.9	a	b	c	d
CQA-054	6.6	a	b	c	d
CQA-050	5.7		b	c	d
CQA-059	5.4			c	d
CQA-056	5.4			c	d
CQA-052	5.3			c	d
CQA-051	2.7				d

El número de ramas primarias que presentaron los cultivares de quinoa en estudio varia de 2.7 a 13.4 ramas, como se muestra en el cuadro 3.4. Los cultivares CQA-025, CQA-023, CQA-024, CQA-027, CQA-043, CQA-026, CQA-

034, CQA-049 y CQA-055, tuvieron el mayor número de ramas primarias con 13.4 y 13.1, 12.4, 12.0, 11.9, 10.6, 10.6, 10.0 y 9.9 ramas, seguido de los cultivares CQA-058, CQA-047, CQA-048, CQA-033, CQA-028, CQA-044, CQA-045, CQA-062, CQA-046, CQA-057 y CQA-054 con 9.1, 9.1, 8.9, 8.0, 7.7, 7.6, 7.3, 7.0, 6.9, 6.9 y 6.6 ramas respectivamente; y los cultivares que tuvieron menor número de ramas fueron CQA-050, CQA-059, CQA-056, CQA-052 y CQA-051 con 5.7, 5.4, 5.4, 5.3 y 2.7 ramas respectivamente. El coeficiente de variancia es de 40.32%, lo cual nos indica que el número de ramas son heterogéneas.

Huancahuari (1996), en su trabajo experimental realizado en condiciones de Canaán observó que el cultivar CH-27-91 tuvo el mayor número de ramas primarias con 28 ramas y los cultivares CH-06-91 y CH-25-91 con menor número de ramas 15.33 y 13.33 respectivamente, a diferencia del experimento realizado.

Gandarillas (1974), indica que en algunos ecotipos o razas las ramas son poco desarrolladas alcanzando unos pocos centímetros de longitud y en otras son largas y llegan hasta la altura de la panoja principal, terminando en otras panojas.

3.3.3. Altura de Planta

Cuadro 3.5. Prueba de Tukey para los promedios de Altura de Planta de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Altura de planta cm	ALS(Tukey) 0.05			
CQA-025	151.9	a			
CQA-023	151.1	a			
CQA-043	144.4	a	b		
CQA-024	143.7	a	b		
CQA-026	142.9	a	b		
CQA-045	141.3	a	b		
CQA-044	139.4	a	b	c	
CQA-047	139.4	a	b	c	
CQA-027	139.1	a	b	c	
CQA-055	136.1	a	b	c	
CQA-046	135.1	a	b	c	
CQA-048	135.0	a	b	c	
CQA-059	130.0	a	b	c	d
CQA-049	127.4	a	b	c	d
CQA-034	126.7	a	b	c	d
CQA-033	124.1		b	c	d
CQA-028	122.9		b	c	d
CQA-057	121.7		b	c	d
CQA-052	119.7		b	c	d
CQA-056	119.4		b	c	d
CQA-054	119.0		b	c	d
CQA-058	114.3			c	d
CQA-051	104.9				d
CQA-050	104.4				d
CQA-062	61.7				e

Como se puede observar en el cuadro 3.5, los cultivares que presentaron mayor altura de planta a la madurez fisiológica son CQA-025, CQA-023, CQA-043, CQA-024, CQA-026, CQA-045, CQA-044, CQA-047, CQA-027, CQA-055, CQA-

046 y CQA-048 con 151.9, 151.1, 144.4, 143.7, 142.9, 141.3, 139.4, 139.4, 139.1, 136.1, 135.1 y 135.0 cms. respectivamente; seguido de los cultivares CQA-059, CQA-049, CQA-034, CQA-033, CQA-028, CQA-057, CQA-052, CQA-056, CQA-054, CQA-058, CQA-051 y CQA-050 con 130.0, 127.4, 126.7, 124.1, 122.9, 121.7, 119.7, 119.4, 119.0, 114.3, 104.9 y 104.4 cms. respectivamente; mientras el cultivar CQA-062 alcanzó menor altura de planta con 61.7 cm. Entre los cultivares estudiados. El coeficiente de variación es de 10.06%, lo cual nos indica que los cultivares presentan poca diferencia en cuanto a la altura de planta.

Trucios (2007), en su trabajo realizado en Yauli – Huancavelica, observó que el cultivar Nariño muestra una altura de planta con 156 cm., y los cultivares Real Boliviana y Jujuy, alcanzaron menores alturas de planta con 62 y 72 cm. respectivamente.

Chocce (1980), reporta que las Variedades Cheweca y Kancolla, alcanzaron mayores alturas con 98.0 y 99.4 cm. respectivamente y la variedad Sajama alcanzó menor altura de planta. 87.9 cm.

Podemos afirmar lo mencionado por Mujica (1993), que la altura de planta depende de la variedad o ecotipo debido a que este carácter es una interacción del factor genético y medioambiental.

3.3.4. Longitud de Panoja

Cuadro 3.6. Prueba de Tukey para los promedios longitud de panoja de de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Longitud de panoja cm	ALS(Tukey) 0.05	
CQA-043	55.9	a	
CQA-048	53.6	a	
CQA-025	51.9	a	
CQA-046	51.6	a	
CQA-044	50.9	a	
CQA-047	50.6	a	
CQA-034	50.3	a	
CQA-026	50.1	a	
CQA-045	49.9	a	
CQA-023	49.1	a	
CQA-055	48.3	a	
CQA-049	47.4	a	b
CQA-028	47.3	a	b
CQA-024	46.4	a	b
CQA-033	46.3	a	b
CQA-027	45.6	a	b
CQA-054	44.9	a	b
CQA-059	44.1	a	b
CQA-056	42.3	a	b
CQA-058	42.1	a	b
CQA-057	41.7	a	b
CQA-050	41.6	a	b
CQA-051	41.4	a	b
CQA-052	41.1	a	b
CQA-062	30.9		b

En el cuadro 3.6, se muestra que la longitud de panoja entre los cultivares en estudio varía de 30.9 cm. a 55.9 cm, siendo los cultivares CQA-043, CQA-048, CQA-025, CQA-046, CQA-044, CQA-047, CQA-034, CQA-026, CQA-045, CQA-

023, y CQA-055, alcanzaron mayor longitud de panoja con 55.9 53.6, 51.9, 51.6, 50.9, 50.6, 50.3, 50.1, 49.9, 49.1 y 48.3 cm respectivamente, seguido de los cultivares CQA-049, CQA-028, CQA-024, CQA-033, CQA-027, CQA-054, CQA-059, CQA-056, CQA-058, CQA-057, CQA-050, CQA-051 y CQA-052 con 47.4, 47.3, 46.4, 46.3, 45.6, 44.9, 44.1, 42.3, 42.1, 41.7, 41.6, 41.4 y 41.1 cm, respectivamente y el cultivar CQA-062 alcanzó menor longitud de panoja con 30.9 cm. Presentando un coeficiente variancia de 18.26%.

Dí paz (2010), en sus trabajo de investigación muestra que el cultivar CQA-10 obtuvo mayor longitud de panoja con 238.5 mm., y el cultivar CQA-05 obtuvo menor longitud de panoja con 181.4 mm., siendo estos resultados por debajo a los obtenidos en el presente experimento.

Trucios (2007), en su trabajo realizado en Yauli – Huancavelica, muestra que el cultivar Molina 89 es el que alcanza mayor longitud de panoja 71.8 cm, superando largamente a lo que llegó en la zona de estudio, mientras que el cultivar que tuvo menor longitud fueron Real boliviana y Nariño 29.5 cm. respectivamente, siendo estos resultados inferior a los encontrados en el presente experimento.

Chocce (1980), observo en los cultivares Cheweca, kancolla, 30,9 y 32,9 respectivamente y la variedad sajama con 21.8 la de menor longitud. Las diferencias en la longitud de panoja en cada uno de los cultivares estudiados, podría deberse a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales.

3.3.5. Diámetro de Panoja

Cuadro 3.7. Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja mm	ALS(Tukey) 0.05	
CQA-025	57.9	a	
CQA-023	57.1	a	
CQA-043	52.9	a	
CQA-026	51.4	a	
CQA-055	51.4	a	
CQA-046	49.3	a	
CQA-033	48.6	a	
CQA-024	47.1	a	b
CQA-028	46.4	a	b
CQA-062	45.7	a	b
CQA-049	45.7	a	b
CQA-044	45.7	a	b
CQA-058	45.7	a	b
CQA-057	44.3	a	b
CQA-047	44.3	a	b
CQA-034	44.3	a	b
CQA-027	42.9	a	b
CQA-048	42.9	a	b
CQA-059	40.7	a	b
CQA-045	40.0	a	b
CQA-054	40.0	a	b
CQA-056	39.3	a	b
CQA-052	36.4	a	b
CQA-050	35.0	a	b
CQA-051	24.3		b

En el cuadro 3.7, se muestra que los cultivares CQA-025, CQA-023, CQA-043, CQA-026, CQA-055, CQA-046 y CQA-033 alcanzaron mayor diámetro de panoja entre (57.9 a 48.6 mm.), seguido de los cultivares CQA-024, CQA-028, CQA-

062, CQA-049, CQA-044, CQA-058, CQA-057, CQA-047, CQA-034, CQA-027, CQA-048, CQA-059, CQA-045, CQA-054, CQA-056, CQA-052 y CQA-050 entre (47.1 a 35 mm.) y el cultivar CQA-051 obtuvo menor diámetro de panoja 24.3 mm. Con un coeficiente de variancia de 25.97%.

Dipaz (2010), en su trabajo experimental, en condiciones de Canaán, muestra que el cultivar CQA-07 alcanza mayor diámetro de panoja con 87 mm y con menor diámetro el cultivar CQA-02 con 59.4 mm. Así mismo Fernández (1986), en su trabajo realizado en alpachaka observó que la variedad sajama obtuvo el mayor diámetro de panoja 3.24 cm y el cultivar kancolla es el que obtuvo menor diámetro de panoja 1.83 cm, inferiores a los cultivares en estudio. Por lo que se puede indicar que el diámetro de panoja depende del cultivar y de las condiciones medioambientales.

3.3.6. Peso de Panoja

Cuadro 3.8. Prueba de Tukey para los promedios del peso de panoja de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.)
Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de panoja g	ALS(Tukey) 0.05						
CQA-043	95.41	a						
CQA-025	87.66	a	b					
CQA-024	85.23	a	b	c				
CQA-057	72.28	a	b	c	d			
CQA-045	66.15	a	b	c	d	e		
CQA-056	64.44	a	b	c	d	e		
CQA-046	61.81		b	c	d	e	f	
CQA-044	59.11		b	c	d	e	f	g
CQA-026	58.91		b	c	d	e	f	g
CQA-055	58.45		b	c	d	e	f	g
CQA-054	57.94		b	c	d	e	f	g
CQA-047	56.32		b	c	d	e	f	g
CQA-033	55.77		b	c	d	e	f	g
CQA-049	54.89		b	c	d	e	f	g
CQA-048	53.48			c	d	e	f	g
CQA-023	53.48			c	d	e	f	g
CQA-058	51.23				d	e	f	g
CQA-027	41.20				d	e	f	g
CQA-059	39.58				d	e	f	g
CQA-034	38.85					e	f	g
CQA-052	37.53					e	f	g
CQA-050	31.05						f	g
CQA-028	30.99						f	g
CQA-051	26.74							g

El peso de panoja para los cultivares en estudio varia de 26.74 g. a 95.41g. como se muestra en el cuadro 3.8, donde los cultivares CQA-043, CQA-025, CQA-024, CQA-057, CQA-045 y CQA-056 reportan mayor peso de panojacon

95.4, 87.6, 85.2, 72.2, 66.1 y 64.44 g. respectivamente, seguido de los cultivares CQA-046, CQA-044, CQA-026, CQA-055, CQA-054, CQA-047, CQA-033 y CQA-049 con 61.81, 59.11, 58.91, 58.45, 57.94, 56.32, 55.77, y 54.89 g. respectivamente y los cultivares CQA-048, CQA-023, CQA-058, CQA-027, CQA-059, CQA-034, CQA-052, CQA-050, CQA-028 y CQA-051 alcanzaron menor peso de panoja con 53.48, 51.23, 41.20, 39.58, 38.85, 37.53, 31.05, 30.99, y 26.74g. el coeficiente de variancia es de 29.98%.

Dipaz (2010), en su trabajo experimental en condiciones de Canaán reporta el mayor peso de panoja para el cultivar CQA-07 con 35 g. y el de menor peso el cultivar CQA-02 con 17.3 g., promedios inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

3.3.7. Rendimiento

Cuadro 3.9. Prueba de Tukey para los promedios del Rendimiento de 25 cultivares de Quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.).
Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Rendimiento		ALS(Tukey) 0.05					
	g/panoja	kg/ha						
CQA-025	40,86	8,171	a					
CQA-043	40,45	8,089	a					
CQA-024	39,28	7,856	a	b				
CQA-049	29,63	5,926	a	b	c			
CQA-057	29,55	5,910	a	b	c			
CQA-044	28,97	5,794	a	b	c			
CQA-026	28,68	5,735	a	b	c			
CQA-046	27,28	5,457	a	b	c	d		
CQA-045	26,71	5,343		b	c	d	e	
CQA-055	26,54	5,309		b	c	d	e	
CQA-047	25,79	5,158		b	c	d	e	
CQA-054	25,27	5,055			c	d	e	f
CQA-048	24,24	4,847			c	d	e	f
CQA-033	24,23	4,846			c	d	e	f
CQA-058	23,80	4,759			c	d	e	f
CQA-023	23,79	4,759			c	d	e	f
CQA-056	22,70	4,540			c	d	e	f
CQA-034	22,56	4,513			c	d	e	f
CQA-059	21,86	4,373			c	d	e	f
CQA-027	19,64	3,927			c	d	e	f
CQA-052	18,35	3,669			c	d	e	f
CQA-050	13,78	2,756				d	e	f
CQA-028	13,56	2,711					e	f
CQA-062	13,23	2,646					e	f
CQA-051	11,87	2,375						f

En el cuadro 3.9, se observa que los cultivares CQA-025, CQA-043, CQA-024, CQA-049, CQA-057, CQA-044, CQA-026 y CQA-046 alcanzaron mayor rendimiento con 8171, 8089, 7856, 5926, 5910, 5794, 5735 y 5457 Kg/ha

respectivamente, seguido de los cultivares CQA-045, CQA-055, CQA-047, CQA-054, CQA-048, CQA-033, CQA-058, CQA-023, CQA-056, CQA-034, CQA-059, CQA-027, CQA-052, CQA-050, con 5343, 5309, 5158, 5055, 4847, 4846, 4759, 4759, 4540, 4513, 4373, 3927, 3669 y 2756 Kg/ha, respectivamente y los cultivares CQA-028, CQA-062, CQA-051, alcanzaron menores rendimientos con 2711, 2646 y 2375 Kg/ha respectivamente.

Comparando con los resultados obtenidos por Núñez (1994), en condiciones de Canaán – INIAA, quien obtuvo un máximo rendimiento de 3007 kg/ha. Con el cultivar Ayacuchana y un mínimo de 1002 kg/ha con el cultivar Roja Coporaque; y Huancahuari (1996), obtuvo el máximo rendimiento en el cultivar Mantaro con 8721.1 kg/ha y el cultivar CH-06-91 obtuvo menor rendimiento con 2516.9 kg/ha se puede afirmar que los cultivares del presente experimento alcanzaron rendimientos mayores a los obtenidos por Núñez y semejantes a los obtenidos por Huancahuari, debido que el rendimiento es un factor genético influenciado por el medio ambiente.

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 el presente trabajo el cultivar CQA –025 tuvo una longitud de panoja de 55.9 cm y un diámetro de 57.9 mm, ocupando el tercer y primer lugar respectivamente, puede deducir que el rendimiento es un factor genético influenciado por los factores medioambientales. Se puede afirmar que en el presente experimento se alcanzó en general un mayor rendimiento debido a la buena adaptación de la mayoría de los cultivares a condiciones de valles interandinos.

3.4. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

3.4.1. Selección por Caracteres

Cuadro 3.10. Análisis de variancia de la regresión múltiple con selección de variables, altura de planta y peso de panoja sobre el rendimiento de grano por planta, en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculado
Regresión	2	8732.40	4366.20	99.27**
Error	165	7257.56	43.98	
Total	167	15990.00		

En el cuadro 3.10, se presenta el análisis de variancia de la regresión múltiple mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre la altura de planta y peso de panoja, sobre el rendimiento de grano por planta; en dicho análisis se muestra que la regresión es altamente significativo, por lo que se realizó un análisis independiente para cada variable evaluada en la regresión (altura de planta y peso de panoja).

Cuadro 3.11. Análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple del peso de panoja y altura de planta sobre el rendimiento de grano por planta, en quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho

Variable	Coeficiente de regresión	Error estándar	Suma de cuadrados	F calculado
Término independiente	-2.07931	3.82010	13.0315	0.30
Altura de planta	0.09076	0.03087	380.1688	8.64 **
Peso de panoja	0.28005	0.02348	6254.6662	142.20 **

En el cuadro 3.11, se puede observar que la altura de planta y el peso de panoja estadísticamente son altamente significativos y del coeficiente de regresión múltiple, podemos afirmar que el rendimiento se encuentra asociado en forma directa de una manera muy fuerte con la variable altura de planta y peso de panoja.

Cuadro 3.12. Resumen de la selección Stepwise con las dos variables incluidas en orden de mérito en quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable seleccionada	Variables incluidas	R ² parcial	R ² modelo	F calculado
Altura de planta	1	0.5223	0.5223	181.53 **
Peso de panoja	2	0.0238	0.5461	8.64 **

De acuerdo al Coeficiente de determinación R², el cual se muestra en el cuadro 3.12, podemos decir que el 52% del rendimiento depende de la altura de planta,

siendo este carácter el mas importante y el peso de la panoja aportaría en un 2 % podemos decir que el peso de panoja no tiene relación relevante con la producción.

Dipaz (2010), indica que el 65% del rendimiento depende del peso de panoja, siendo este carácter el más importante, seguido del diámetro de panoja con un 2% y por último el tamaño de grano con 1%.

Cuadro 3.13. Rendimiento potencial de grano (kg/ha) por el incremento de peso de panoja (g) y altura de planta (cm) en quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

	Altura de planta (cm)						
		53	79	105	131	157	183
Peso de panoja (g)	18	1,554	2,026	2,498	2,970	3,442	3,914
	48	3,235	3,707	4,179	4,651	5,122	5,594
	78	4,915	5,387	5,859	6,331	6,803	7,275
	108	6,595	7,067	7,539	8,011	8,483	8,955
	138	8,276	8,748	9,219	9,691	10,163	10,635

Del cuadro 3.13, se puede deducir que en el rendimiento de grano de quinua influyen de manera directa la altura de planta y peso de panoja, es decir, que a mayor altura de planta y mayor peso de panoja, el rendimiento es mayor, tomando la mayor altura de planta y mayor peso de panoja en el presente trabajo, 183 cm. y 138 g., respectivamente, el rendimiento potencial del cultivar sería de 10635 kg/ha; del mismo modo, tomando los valores más bajos, 53 cm.

Altura de planta y 18 g. de peso de panoja el rendimiento potencial del cultivar sería de 1554 kg/ha.

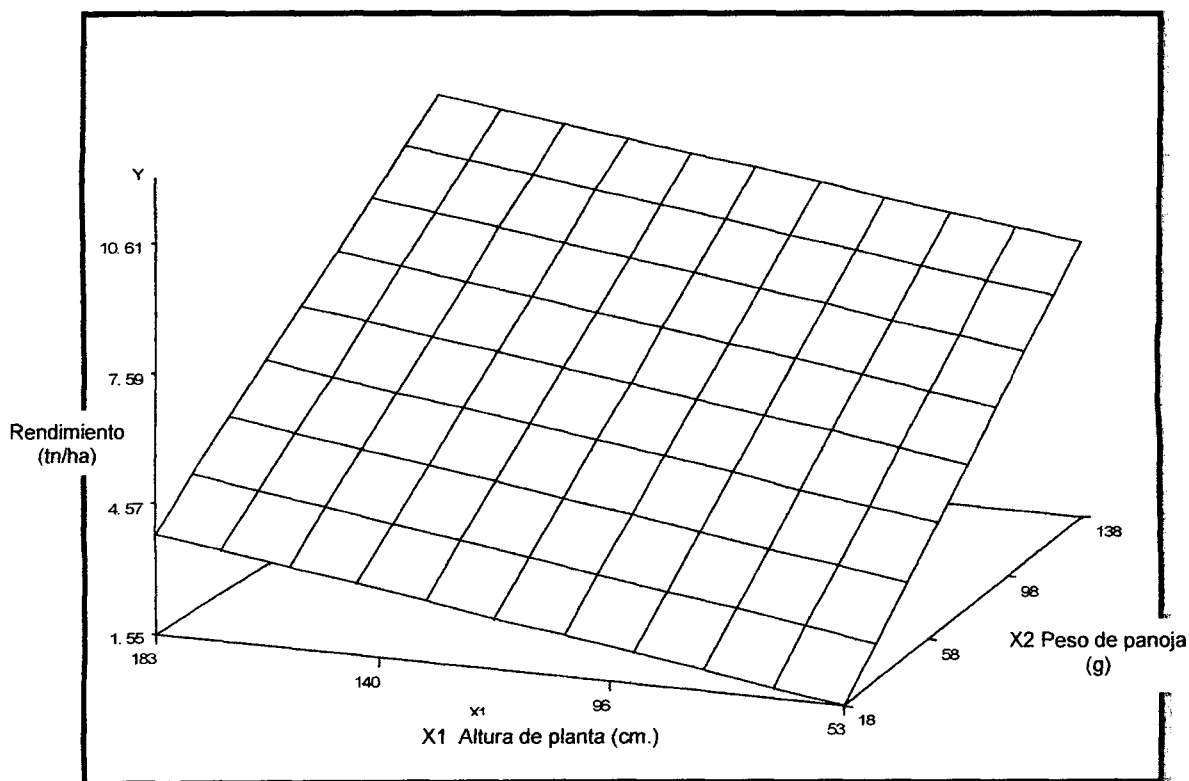


Figura 3.1. Regresión del rendimiento potencial de grano (kg/ha) con peso de panoja (g) y altura de planta (cm) en quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

3.4.2. Ganancia por selección

Cuadro 3.14. Análisis de variancia del rendimiento de grano por planta, componentes de variancia y heredabilidad en quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Selección	24	10095.84	420.66	8.95 **
Error	150	7053.00	47.02	
Total	174	17148.84		

Variancia ambiental	6.72
Variancia genética	53.38
Variancia fenotípica	60.09
Heredabilidad	0.89

En el cuadro 3.14, 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 dos caracteres de interés (altura de planta y peso de panoja) sobre el rendimiento de grano de quinua; se estimó que tienen alta heredabilidad (0.89) por lo que se recomienda su mejoramiento mediante selección recurrente.

La variancia fenotípica es la variancia de los valores fenotípicos, se puede descomponer en componentes de valor atribuibles a la influencia del genotipo y a la influencia del ambiente. Por tanto, la varianza fenotípica se puede descomponer en varianza genotípica y varianza ambiental. La varianza

genotípica es la varianza de los valores genotípicos y la varianza ambiental es la varianza de las desviaciones ambientales,

Cuadro 3.15. Promedio del rendimiento de grano kg/ha y ganancia por selección en 25 poblaciones de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio de Selecciones Xs	Promedio Poblacional Xo	Ganancia por Selección GS	Promedio población mejorada Xp	Porcentaje de mejora %
CQA-023	6141	4759	615	5374	13
CQA-024	9418	7856	695	8551	9
CQA-025	9210	8171	462	8633	6
CQA-026	6576	5735	374	6109	7
CQA-027	4535	3927	270	4197	7
CQA-028	3077	2711	163	2874	6
CQA-033	5169	4846	144	4989	3
CQA-034	5409	4513	399	4912	9
CQA-043	9671	8089	704	8793	9
CQA-044	6738	5794	420	6214	7
CQA-045	5985	5343	286	5628	5
CQA-046	6272	5457	363	5819	7
CQA-047	6056	5158	400	5557	8
CQA-048	5492	4847	287	5134	6
CQA-049	6703	5926	346	6272	6
CQA-050	3191	2756	193	2949	7
CQA-051	2951	2375	256	2631	11
CQA-052	4116	3669	199	3868	5
CQA-054	5522	5055	208	5262	4
CQA-055	5888	5309	258	5566	5
CQA-056	5350	4540	360	4901	8
CQA-057	6457	5910	243	6153	4
CQA-058	5868	4759	493	5252	10
CQA-059	4939	4373	252	4625	6
CQA-062	3456	2646	360	3006	14

En el cuadro 3.15, se observa el rendimiento promedio de las selecciones y el rendimiento promedio poblacional de los 25 cultivares materia de estudio del presente trabajo.

Los cultivares que presentan una mayor ganancia por selección son CQA-043, CQA-024, CQA-023 con 704, 695 y 615 kg/ha, respectivamente, el cual representa un 9, 9 y 13 porciento de mejora respecto al promedio 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 se muestra en la figura.

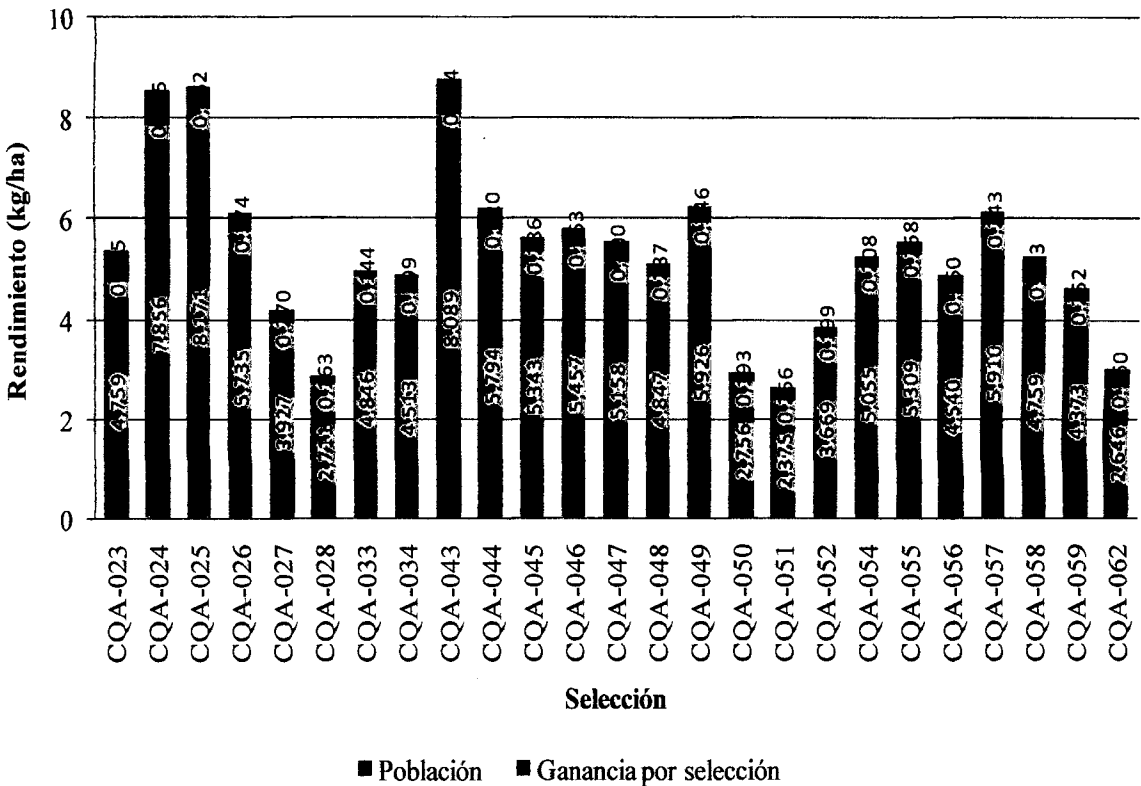


Figura 3.2. Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en que se realizó el presente experimento, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Los cultivares de quinua presentaron 15 características morfológicas homogéneas y 10 características variables que distinguen a los cultivares.
2. Los cultivares que mostraron mayor precocidad a madurez fisiológica fueron CQA-062 y CQA-049 con 90, 116 días respectivamente.
3. Los cultivares CQA-025 y CQA-023, alcanzaron mayor altura de planta con 151.9 y 151.1 cm. respectivamente, y el cultivar CQA – 062 alcanzo menor altura de planta con 61.7 cm.

4. Los cultivares que lograron mayor longitud de panoja fueron CQA-043 y CQA-048 con 55.9 y 53.6 cms. respectivamente, y el cultivar con menor longitud de panoja fue CQA – 062 con 30.9 cm.
5. Los cultivares que obtuvieron mayor diámetro de panoja fueron CQA-025 y CQA-023 con 57.9 y 57.1 mm. respectivamente, y el cultivar con menor diámetro de panoja fue CQA – 051 con 24.3 cm.
6. El cultivar CQA – 062 reportó mayor peso de 1000 semillas con 4.24 gr., y los de menor peso los cultivares CQA – 48 y CQA – 33 con 2.17 y 2.14 gr respectivamente.
7. Los cultivares CQA-062, CQA-028 y CQA-025 reportaron mayor tamaño de grano con 2.29, 2.28 y 2.01 mm. respectivamente y el cultivar CQA-048 menor tamaño de grano con 1.5 mm.
8. Los cultivares que lograron mayor rendimiento de grano fueron CQA-025, CQA-043, CQA-024, CQA-049, CQA-057, CQA-044, CQA-026 y CQA-046 con 8171, 8089, 7856, 5926, 5910, 5794, 5735 y 5457 Kg/ha respectivamente, mientras los cultivares CQA-028, CQA-062 y CQA-051, alcanzaron bajos rendimientos de 2711, 2646 y 2375 Kg/ha. respectivamente.
9. El peso de panoja y la altura de planta interviene de manera directa sobre el rendimiento.
10. La respuesta a la selección para el rendimiento de grano, los cultivares que presentaron mayor ganancia por selección son CQA-043, CQA-024 y CQA-023 con 704, 695 y 615 kg/ha, respectivamente, el cual representa un 9, 9 y 13 por ciento de mejora y el cultivar CQA-

033 presenta un menor ganancia por selección con 144 kg/ha con un porcentaje de mejora de 3 por ciento.

4.2.RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados del siguiente trabajo, se dan 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 presente experimento se realizó en los campos de la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, a una altitud de 2735 msnm. cuyas coordenadas son: 13° 10'09" Latitud Sur y 73° 12'82" Longitud Oeste; durante los meses diciembre 2009 a mayo 2010.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar, evaluar características de precocidad, productividad y respuesta a la selección de 25 cultivares de quinua grano blanco.

El diseño estadístico para el presente trabajo se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y análisis de variancia del diseño experimental Completamente Randomizado, para determinar la respuesta a la selección se utilizó el método de Stepwise. Para lo cual se utilizó 25 cultivares de quinua grano blanco, que fueron colectadas por el Programa nacional de Investigación en Cultivos Andinos, dicha colecta se realizó a nivel de la provincia de Huamanga.

Las temperaturas medio ambientales fueron 25.13°C, 10.25°C, y 17.69°C como máxima, mínima y media respectivamente; y una precipitación de 467.40 mm.

Se realizaron las siguientes evaluaciones: características morfológicas en base a descriptores de la quinua; días a la emergencia, días a cuatro hojas, días a la ramificación, días al panojamiento, días a la floración, días a grano lechoso, días a grano pastoso, días a madurez fisiológica días a la madurez de cosecha; así como también la altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, peso de grano por panoja,

tamaño de grano, numero de plantas/m², 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 90, 116 a 123 días después de la siembra.

En cuanto características de altura de planta, se obtuvo en los cultivares CQA-025 y CQA-023 alcanzando mejores resultados, superando significativamente a los demás. Asimismo los cultivares CQA-043 y CQA-048 destaca significativamente al tener mayor longitud de panoja, como también los cultivares CQA-025 y CQA-023 en cuanto a diámetro de panoja; el cultivar CQA-062 reportó mayor peso de 1000 semillas, y en cuanto a mayor tamaño de grano reportaron los cultivares CQA-062, CQA-028 y CQA-025.

Los cultivares CQA-025 y CQA-043 alcanzaron altos rendimientos, superando significativamente a los demás cultivares; en cuanto a la respuesta a la selección los cultivares que tuvieron un alto porcentaje de mejora son CQA-043, CQA-024 y CQA-023.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ALLARD, D. 1980. Principios de Mejora Genética de las Plantas. Editorial Omega. 4ta edición. Barcelona.
2. APAZA, M. y DELGADO, M. 2005. Manejo Y Mejoramiento de Quinua Orgánica. Serie Manual N° 01. INIA. Puno-Perú.
3. BONIFACIO, A., MUJICA A., ÁLVAREZ A. y ROCA W. 2001. Mejoramiento genético, germoplasma y producción de semilla. En: FAO, Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro,
4. CANAHUA, A. 1992. Comportamiento y potencialidades de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno-Perú. La Paz, Bolivia.
5. CHOCCE, P. 1980. Comparativo de Cuatro Variedades Comerciales de “Quinua” (*Chenopodium quinoa* Willd.), en condiciones de Allpachaka (3500 m.s.n.m.) Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
6. COSSIO, T. 2005. Modulo 2. Manejo Agronómico de la Quinua Orgánica. Editores Fundación PROINPA. Octubre, 2005. La Paz – Bolivia
7. DELGADO P., JAIME H. PALACIOS C. y BETANCOURT G. 2009. Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). Departamento de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto (Colombia).

8. DIPAZ, B. 2010. Caracterización y Evaluación de Poblaciones de Quinoa de grano Amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2730 msnm. - Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónoma. UNSCH. Ayacucho -Perú.
9. FERNANDEZ, T. 1986. Comparativo de Rendimiento de Seis Variedades y dos Líneas de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), en condiciones de Allpachaka a 3600 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
10. GANDARILLAS, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). La Paz, Bolivia
11. HUANCAHUARI, E. 1996. Caracterización y Evaluación del Rendimiento de 14 Cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) en Canaán, a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
12. IBAÑEZ, R y AGUIRRE, G. 1983. “Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos”. UNSCH. Ayacucho – Perú.
13. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIA – INIEA. 2006. Manual Para Caracterización In Situ de Cultivos Nativos. Conceptos y Procedimientos. Lima-Perú.
14. LEON, J. 2003. Cultivo de la Quinoa en Puno Perú. Descripción, Manejo y Producción. Puno – Perú. Setiembre.

15. LESCANO. J. 1994. Genética y Mejoramiento de Cultivos Altoandinos. Quinoa, Kañiwa, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Puno-Perú.
16. LEÓN, J. 1964 Plantas Alimenticias Andinas. IICA. Boletín Técnico N° 6. Lima - Perú
17. MUJICA, A. et al. 1998. Libro de Campo. Prueba Americana y Europea de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Puno – Perú.
18. MUJICA, A. 1993. “Cultivo de Quinoa”. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima – Perú.
19. MUJICA, A. 1983. Selección de variedades de quinoa (*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 quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México.
21. PEREZ, A. 2005. Manejo Del Cultivo De Quinoa En La Sierra Central. serie manual N° 01. INIA. Lima -Perú.
22. POEHLMAN. J. Y ALLEN, D. 2005. Mejoramiento de las Cosechas. Editorial Limusa. 2da edición. México.
23. PULGAR, J. 1954. La Quinoa en Colombia. Ministerio de Agricultura. Publicación N° 08.
24. SALIS, A. 1985. Cultivos Andinos ¿Alternativa Alimentaria Popular? Centro de Estudios rurales Andinos Bartolomé de las Casas. Cusco – Perú.

25. SULCA, m. 1989. Análisis de Crecimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) puno – 7 precoz y local tardía en la localidad de Quinua a 3200 msnm. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
26. TAPIA, M. et al. (1979). La Quinua y la Kañiwa. Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá – Colombia.
27. TRUCIOS, A. 2007. Comparativo de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) a 3800 msnm, en el distrito de Yauli-Huancavelica. Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
28. WAHLI, C. 1990. Quinua hacia su cultivo comercial. Latinreco, Quito
29. ZEVALLOS, D. (1984). “Manual de Horticultura para el Perú”. Ediciones Manfer. S.A. Barcelona – España.
30. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap6.htm>
31. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap05.htm>
32. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cultivo-quinua-puno-peru/cultivo-quinua-puno-peru.pdf>
33. http://laquinua.blogspot.com/2009_02_01_archive.html
34. <http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/manual/manualinsitu.pdf>
35. <http://www.Agroncolomb.com> vol.27 no.2 Bogotá May/Aug. 2009

ANEXO

Anexo 0 1: Caracterización Morfológica de 25 Cultivares de Quinua Grano Blanco (*Chenopodium quinoa Willd*). Canaán 2735 msnm.
Ayacucho. (Ver Numeral 2.9.1.)

Cultivar	Planta		Tallo						Ramificación		Hoja							Inflorescencia							Fruto				Grano			
	Tipo de crecimiento	Porte de planta	Forma de tallo	Angulosidad tallo principal	Axilas pigmentadas	Presencia de estriás	Color estrias	Color tallo	Inten color tallo	Ramificación	Posición rama primaria	Forma hoja superior	Forma hoja inferior	Borde hoja inferior	Diente hoja basal	Color hoja basal	Color pesiolo	Pres Gran Lamin	Color Gran Hj	Color antes MF	Intensidad color antes MF	Color a cosecha	Intensidad color a cosecha	Tipo de inflorescencia	Forma de inflorescencia	Densidad de inflorescencia	Color de perigonio	Color de episperma		Aspecto de episperma	Forma borde de fruto	Forma de fruto
CQA-023	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	2	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-024	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-025	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-026	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-027	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-028	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-033	2	1	+	+	0	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-034	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-043	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-044	2	1	+	+	0	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-045	2	1	+	+	0	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-046	2	1	+	+	0	+	2	1	3	+	1	2	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-047	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2

CQA-048	2	1	+	+	0	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-049	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-050	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	2	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-051	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-052	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-054	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-055	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-056	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-057	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-058	2	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	2
CQA-059	3	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	3	7	2	1	2	1	3
CQA-062	4	1	+	+	+	+	2	1	3	+	1	2	2	2	3	1	1	1	1	4	3	5	3	2	1	5	7	2	1	2	1	1

Anexo 02: EVALUACIONES CUANTITATIVAS EFECTIVAS (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Planta	Diámetro de tallo	Ramas primarias	Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	peso de panoja	Rendimiento	Longitud máxima de peciolo	Longitud máxima de hoja	Ancho máximo de hoja	Diámetro de grano
		mm	n	cm	cm	mm	g	g/panoja	mm	mm	mm	mm
C	P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7				
CQA-023	1	9	14	175	66	60	55,58	30,59	62	71	67	1,2
CQA-023	2	9	13	146	40	50	51,85	21,55	66	87	74	1,8
CQA-023	3	11	11	152	54	70	51,68	14,90	50	61	45	2,0
CQA-023	4	11	11	156	53	55	60,93	49,27	50	72	52	1,8
CQA-023	5	9	15	134	39	65	46,75	13,79	50	63	56	1,5
CQA-023	6	11	16	150	45	60	53,34	15,05	45	65	56	2,0
CQA-023	7	10	12	145	47	40	54,22	21,41	45	55	46	1,2
CQA-024	1	11	12	150	54	40	90,08	36,04	52	70	58	2,0
CQA-024	2	7	10	140	40	40	76,67	34,96	52	76	60	1,8
CQA-024	3	10	13	130	37	50	76,29	32,77	47	66	53	1,5
CQA-024	4	11	14	146	47	50	116,60	67,57	63	81	58	1,8
CQA-024	5	8	6	135	45	40	61,04	27,26	57	72	47	1,8
CQA-024	6	9	16	145	45	50	114,63	49,79	60	74	64	1,5
CQA-024	7	15	16	160	57	60	61,30	26,58	55	76	58	2,0
CQA-025	1	12	7	150	37	50	71,46	56,75	46	58	38	1,8
CQA-025	2	19	20	170	60	80	97,38	41,11	67	74	67	2,2
CQA-025	3	11	17	172	62	65	83,18	31,89	64	81	58	2,0
CQA-025	4	12	10	138	48	60	81,68	30,28	50	75	58	2,1
CQA-025	5	10	13	135	48	45	79,22	43,91	52	62	38	2,0
CQA-025	6	13	14	148	58	60	62,83	39,64	50	75	64	2,0
CQA-025	7	9	13	150	50	45	137,85	42,42	57	73	55	2,0

CQA-026	1	9	14	147	57	50	81,53	33,07	48	61	54	1,2
CQA-026	2	12	12	131	46	60	69,56	30,89	52	60	50	2,0
CQA-026	3	12	13	147	52	50	57,10	35,68	55	62	55	1,5
CQA-026	4	12	4	124	34	30	58,76	31,87	54	68	58	2,0
CQA-026	5	13	10	130	45	40	52,80	18,10	45	74	55	1,3
CQA-026	6	12	9	146	51	50	45,49	24,28	61	83	44	2,0
CQA-026	7	16	12	175	66	80	47,13	26,84	65	72	65	1,3
CQA-027	1	9	14	151	61	60	53,20	17,57	48	69	61	1,5
CQA-027	2	7	9	147	42	40	43,80	15,85	55	69	60	1,5
CQA-027	3	9	12	148	48	40	47,68	24,83	49	62	57	2,0
CQA-027	4	9	11	130	45	40	43,12	23,07	53	63	53	2,0
CQA-027	5	10	13	122	42	30	31,20	14,58	49	69	64	1,8
CQA-027	6	8	11	136	41	50	32,76	25,22	50	70	55	2,0
CQA-027	7	14	14	140	40	40	36,66	16,33	52	50	42	1,5
CQA-028	1	12	14	144	64	80	21,96	15,32	42	66	41	1,8
CQA-028	2	9	4	120	46	40	36,74	12,26	50	50	38	2,0
CQA-028	3	6	2	121	46	40	38,88	18,89	46	59	39	1,8
CQA-028	4	12	12	135	55	50	27,34	12,32	40	58	48	8,0
CQA-028	5	5	5	110	40	40	21,65	10,19	49	67	49	1,2
CQA-028	6	5	7	110	40	40	36,95	15,00	38	54	34	1,5
CQA-028	7	7	10	120	40	35	33,41	10,91	34	41	33	1,8
CQA-033	1	10	13	109	49	60	38,12	23,63	52	60	45	1,8
CQA-033	2	8	7	121	46	60	92,95	22,68	38	50	35	1,8
CQA-033	3	8	2	117	37	40	42,82	23,60	46	65	48	2,0
CQA-033	4	8	2	116	36	30	52,12	24,95	45	64	55	1,5
CQA-033	5	13	11	138	48	40	55,96	28,35	58	73	50	1,2
CQA-033	6	10	9	136	56	60	55,03	26,44	55	72	55	1,0
CQA-033	7	9	12	132	52	50	53,40	19,95	45	55	49	1,8

CQA-034	1	11	11	142	62	50	31,90	21,26	58	63	48	1,0
CQA-034	2	14	10	132	52	40	31,14	16,97	45	62	48	1,5
CQA-034	3	10	17	102	42	40	30,20	13,39	49	62	40	1,0
CQA-034	4	11	4	140	50	50	53,55	29,89	48	58	38	2,0
CQA-034	5	9	16	140	60	50	31,83	19,41	48	63	40	1,8
CQA-034	6	8	14	119	34	40	47,60	28,65	40	58	33	1,8
CQA-034	7	9	2	112	52	40	45,72	28,38	50	63	55	1,8
CQA-043	1	12	16	160	70	80	110,24	28,30	58	63	40	1,5
CQA-043	2	7	6	136	46	30	133,81	22,72	35	44	33	1,8
CQA-043	3	13	14	145	55	50	63,84	48,54	60	78	61	2,0
CQA-043	4	9	8	140	50	40	52,04	44,81	62	73	47	1,8
CQA-043	5	9	11	124	54	30	108,55	43,49	60	77	51	1,8
CQA-043	6	7	11	165	65	70	78,49	38,68	58	64	50	1,8
CQA-043	7	15	17	141	51	70	120,88	56,58	66	73	61	1,8
CQA-044	1	14	12	160	70	70	79,74	36,62	53	70	53	1,8
CQA-044	2	7	5	125	45	40	55,47	30,96	48	58	38	1,5
CQA-044	3	8	7	137	47	40	77,72	35,21	44	58	35	1,9
CQA-044	4	9	3	137	47	50	64,86	31,96	50	60	43	1,2
CQA-044	5	11	7	137	47	50	45,56	22,47	60	66	40	2,0
CQA-044	6	12	14	142	52	30	43,67	22,06	58	58	41	1,2
CQA-044	7	7	5	138	48	40	46,76	23,52	49	63	48	2,0
CQA-045	1	9	2	168	58	30	48,99	30,16	48	62	45	1,5
CQA-045	2	8	2	137	47	40	65,97	22,94	55	68	46	2,0
CQA-045	3	13	13	140	50	40	68,55	30,54	46	60	38	2,0
CQA-045	4	11	6	147	57	50	88,93	33,25	43	53	39	2,0
CQA-045	5	9	12	130	40	30	65,08	22,37	50	62	48	1,5
CQA-045	6	10	10	117	37	30	55,73	21,98	61	73	60	2,0
CQA-045	7	11	6	150	60	60	69,77	25,75	38	48	41	1,8

CQA-046	1	9	6	131	51	50	58,51	25,97	34	53	45	1,8
CQA-046	2	10	11	132	52	50	78,07	32,02	48	60	46	1,8
CQA-046	3	10	8	123	43	55	42,55	21,27	45	53	40	1,5
CQA-046	4	9	8	135	55	50	68,10	30,98	40	53	40	1,8
CQA-046	5	9	4	130	50	60	51,92	22,67	40	63	51	1,5
CQA-046	6	10	4	150	45	30	78,35	36,46	43	61	45	1,8
CQA-046	7	6	7	145	65	50	55,16	21,62	43	61	46	2,0
CQA-047	1	14	13	150	70	60	36,66	19,71	70	78	63	2,0
CQA-047	2	11	10	150	60	50	54,68	26,46	50	69	43	2,0
CQA-047	3	9	10	133	53	50	79,39	33,40	45	51	35	2,0
CQA-047	4	8	11	117	37	40	88,20	36,08	48	56	43	2,1
CQA-047	5	10	7	120	48	30	39,54	19,83	43	53	31	2,1
CQA-047	6	7	7	125	45	40	44,15	19,86	55	55	38	2,0
CQA-047	7	8	6	181	41	40	51,60	25,18	55	58	39	2,0
CQA-048	1	13	11	160	70	70	68,64	22,54	75	85	48	1,8
CQA-048	2	10	13	146	66	60	49,39	21,57	52	56	38	1,5
CQA-048	3	8	10	136	56	50	50,96	20,20	48	54	30	1,8
CQA-048	4	9	10	130	50	30	78,89	37,74	45	60	40	1,1
CQA-048	5	10	2	124	54	30	60,44	20,34	58	60	48	1,5
CQA-048	6	6	9	122	42	30	38,39	27,99	40	48	31	1,0
CQA-048	7	9	7	127	37	30	27,67	19,27	48	57	45	1,5
CQA-049	1	15	15	140	50	70	57,10	25,03	38	54	45	1,5
CQA-049	2	14	10	151	61	55	35,44	18,02	55	74	45	2,0
CQA-049	3	6	4	107	37	30	69,80	36,43	38	55	45	1,2
CQA-049	4	11	15	131	51	40	57,09	30,30	48	56	44	1,8
CQA-049	5	11	11	132	52	50	54,77	31,42	30	64	34	1,0
CQA-049	6	7	6	104	34	30	67,44	30,69	45	45	28	1,2
CQA-049	7	8	9	127	47	45	42,61	35,52	45	56	33	1,8

CQA-050	1	7	11	117	47	50	35,80	15,76	24	31	26	1,2
CQA-050	2	7	6	102	42	50	27,61	12,52	30	38	37	1,5
CQA-050	3	6	6	100	40	35	34,78	17,52	32	45	37	1,8
CQA-050	4	5	3	100	40	35	36,60	18,01	24	42	38	2,0
CQA-050	5	8	4	95	35	20	35,05	10,19	40	48	46	1,8
CQA-050	6	8	5	115	55	30	21,73	10,30	35	35	35	1,8
CQA-050	7	7	5	102	32	25	25,77	12,17	34	48	31	1,8
CQA-051	1	8	2	106	36	40	38,31	13,63	40	39	43	1,8
CQA-051	2	5	2	115	45	30	19,19	6,74	30	40	42	2,0
CQA-051	3	7	2	119	49	20	17,65	6,74	33	53	40	2,0
CQA-051	4	5	2	99	39	20	36,42	11,56	33	45	39	2,0
CQA-051	5	5	4	102	43	20	27,93	15,52	32	47	50	1,8
CQA-051	6	5	4	90	35	20	20,20	10,61	31	39	38	2,0
CQA-051	7	7	3	103	43	20	27,46	18,31	40	49	41	1,8
CQA-052	1	10	11	115	35	40	34,97	19,54	33	53	47	1,8
CQA-052	2	11	6	128	38	40	41,67	17,01	53	79	68	1,8
CQA-052	3	8	5	140	50	40	47,46	20,43	36	48	45	2,0
CQA-052	4	8	3	118	38	30	35,28	16,11	49	62	58	1,8
CQA-052	5	7	3	117	37	30	33,55	16,45	60	64	61	1,8
CQA-052	6	9	5	110	40	45	46,82	25,33	27	39	35	1,8
CQA-052	7	10	4	110	50	30	22,97	13,56	57	79	61	1,5
CQA-054	1	12	11	140	70	50	50,19	23,47	51	58	48	2,0
CQA-054	2	19	6	115	45	30	52,71	23,56	45	64	58	1,8
CQA-054	3	8	7	110	40	50	55,56	22,28	33	45	38	1,5
CQA-054	4	10	8	110	30	30	69,80	34,97	41	60	53	1,3
CQA-054	5	8	6	124	35	40	50,83	26,83	44	62	53	2,0
CQA-054	6	7	2	127	47	40	47,21	20,74	34	41	35	1,8
CQA-054	7	10	6	107	47	40	79,31	25,07	39	55	43	2,0

CQA-055	1	13	14	145	65	60	47,35	26,81	61	83	64	2,1
CQA-055	2	14	13	142	52	60	112,38	35,13	42	63	41	1,8
CQA-055	3	11	9	144	34	50	62,04	27,62	48	64	53	2,0
CQA-055	4	10	12	140	55	60	27,08	22,45	46	63	51	1,8
CQA-055	5	11	7	135	45	50	92,88	28,19	45	66	58	2,0
CQA-055	6	10	7	135	45	40	24,97	20,65	43	64	61	1,8
CQA-055	7	9	7	112	42	40	42,44	24,95	31	49	41	1,9
CQA-056	1	10	3	125	45	40	44,37	12,19	46	64	47	1,8
CQA-056	2	10	10	142	52	50	65,57	22,73	51	74	63	1,5
CQA-056	3	8	8	105	35	40	53,13	24,72	39	60	50	1,5
CQA-056	4	6	4	112	42	30	73,29	30,51	44	59	44	1,0
CQA-056	5	10	5	102	32	40	66,45	24,41	44	65	53	2,0
CQA-056	6	7	2	126	46	35	98,29	27,36	52	56	59	1,8
CQA-056	7	7	6	124	44	40	49,97	16,99	48	61	45	1,5
CQA-057	1	8	8	120	40	55	44,51	29,89	53	68	58	2,0
CQA-057	2	13	8	120	40	60	60,37	35,52	32	59	51	1,3
CQA-057	3	7	6	115	35	25	76,02	30,46	44	60	52	1,5
CQA-057	4	8	3	125	45	45	86,09	33,26	35	46	41	1,3
CQA-057	5	10	6	117	47	45	73,93	20,71	54	62	63	1,2
CQA-057	6	9	13	120	40	40	79,45	28,26	37	47	43	1,8
CQA-057	7	8	4	135	45	40	85,58	28,74	40	62	49	1,2
CQA-058	1	12	8	100	40	45	37,55	19,33	39	59	39	1,5
CQA-058	2	11	15	125	45	55	47,59	24,83	47	70	57	1,3
CQA-058	3	10	2	110	40	50	34,30	15,35	41	52	57	1,8
CQA-058	4	8	10	115	40	45	89,06	31,65	52	63	47	1,8
CQA-058	5	10	12	120	40	35	49,33	31,72	52	69	60	1,0
CQA-058	6	11	8	110	40	40	69,19	29,15	34	51	41	2,0
CQA-058	7	11	9	120	50	50	31,62	14,54	51	52	36	1,8

CQA-059	1	12	6	150	60	70	53,95	22,18	48	67	60	1,5
CQA-059	2	10	10	136	50	40	44,35	26,54	43	69	55	2,0
CQA-059	3	9	7	140	50	50	34,71	25,45	53	70	63	2,0
CQA-059	4	8	2	127	37	30	38,25	24,61	46	68	54	2,0
CQA-059	5	7	5	126	36	30	33,09	18,42	39	55	42	2,0
CQA-059	6	7	4	116	36	35	45,34	20,65	53	65	55	2,0
CQA-059	7	10	4	115	40	30	27,34	15,20	43	59	51	1,8
CQA-062	1	8	6	75	38	50	.	7,44	30	42	38	2,5
CQA-062	2	7	5	73	30	45	.	8,36	31	36	27	2,3
CQA-062	3	7	6	53	29	50	.	19,21	23	33	37	2,6
CQA-062	4	12	9	56	30	35	.	14,68	23	44	44	2,0
CQA-062	5	9	5	59	28	50	.	7,69	33	47	33	2,5
CQA-062	6	9	7	56	30	60	.	17,29	36	44	30	2,0
CQA-062	7	10	11	60	31	30	.	17,93	28	44	33	2,8

Anexo 03: Peso de 1000 semillas de 25 cultivares de quinua grano blanco
(*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho.

Nº	Código	Peso de 1000 semillas (g.)			Promedio
1	CQA - 023	2,45	2,49	2,59	2,51
2	CQA - 024	2,41	2,73	2,21	2,45
3	CQA - 025	2,55	2,36	2,58	2,50
4	CQA - 026	2,56	2,39	2,14	2,36
5	CQA - 027	2,37	2,2	2,22	2,26
6	CQA - 028	2,12	2,53	2,61	2,42
7	CQA - 033	2,11	2,16	2,15	2,14
8	CQA - 034	2,44	2,24	2,55	2,41
9	CQA - 043	2,2	2,58	2,44	2,41
10	CQA - 044	2,36	2,54	2,9	2,60
11	CQA - 045	2,59	2,56	2,59	2,58
12	CQA - 046	2,32	2,36	2,21	2,30
13	CQA - 047	2,85	2,73	2,79	2,79
14	CQA - 048	2,11	2,3	2,11	2,17
15	CQA - 049	2,39	2,47	2,38	2,41
16	CQA - 050	2,23	2,16	2,23	2,21
17	CQA - 051	2,37	2,62	2,31	2,43
18	CQA - 052	2,25	2,54	2,46	2,42
19	CQA - 054	2,46	2,48	2,32	2,42
20	CQA - 055	2,84	2,78	3	2,87
21	CQA - 056	2,51	2,86	2,67	2,68
22	CQA - 057	2,89	2,63	2,48	2,67
23	CQA - 058	2,3	2,41	2,64	2,45
24	CQA - 059	2,38	2,55	2,32	2,42
25	CQA - 062	3,6	4,09	5,04	4,24

Anexo 04: Número de granos/panoja de 25 cultivares de quinua grano blanco
(*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho.

Nº	Código	Nº de granos/panoja			Promedio
1	CQA - 023	15362,45	15115,66	14532,05	15003,39
2	CQA - 024	21775,52	19223,08	23746,15	21581,58
3	CQA - 025	19963,14	21570,34	19731,01	20421,49
4	CQA - 026	12734,77	13640,59	15234,11	13869,82
5	CQA - 027	10902,53	11745,00	11639,19	11428,91
6	CQA - 028	8252,36	6915,02	6703,07	7290,15
7	CQA - 033	14369,67	14037,04	14102,33	14169,68
8	CQA - 034	10856,15	11825,45	10387,84	11023,15
9	CQA - 043	27399,09	23363,57	24704,10	25155,59
10	CQA - 044	15490,25	14392,52	12605,86	14162,88
11	CQA - 045	13077,22	13230,47	13077,22	13128,30
12	CQA - 046	16643,53	16361,44	17471,95	16825,64
13	CQA - 047	12437,89	12984,62	12705,38	12709,30
14	CQA - 048	16439,81	15081,74	16439,81	15987,12
15	CQA - 049	15287,87	14792,71	15352,10	15144,23
16	CQA - 050	8127,35	8390,74	8127,35	8215,15
17	CQA - 051	5940,93	5374,05	6095,24	5803,40
18	CQA - 052	10868,89	9627,95	9941,06	10145,97
19	CQA - 054	12584,96	12483,47	13344,40	12804,27
20	CQA - 055	10697,18	10928,06	10126,67	10583,97
21	CQA - 056	11009,96	9662,59	10350,19	10340,91
22	CQA - 057	11950,87	13132,32	13926,61	13003,27
23	CQA - 058	13446,09	12832,37	11714,39	12664,28
24	CQA - 059	12372,69	11547,84	12692,67	12204,40
25	CQA - 062	4136,42	3640,86	2954,59	3577,29

Anexo 05: Contenido de saponina en 25 cultivares de quinua grano blanco
(*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho.

Nº	Código	Altura de espuma cm.			Promedio	Contenido de Saponina	
						%	mg.
1	CQA - 023	0,5	1,5	0,5	0,93	0,08	0,791
2	CQA - 024	6,2	6,9	6,3	6,47	0,55	5,486
3	CQA - 025	5,1	5,4	5,9	5,47	0,46	4,638
4	CQA - 026	6,2	5,8	5,1	5,70	0,48	4,836
5	CQA - 027	5,1	3	3,5	3,87	0,33	3,281
6	CQA - 028	2,8	3,7	3,8	3,43	0,29	2,914
7	CQA - 033	4	5,6	5,1	4,97	0,42	4,214
8	CQA - 034	2,2	1,8	2	2,00	0,17	1,698
9	CQA - 043	4	4,3	4,1	4,13	0,35	3,507
10	CQA - 044	5,2	6,3	5,8	5,77	0,49	4,893
11	CQA - 045	4,6	5	6	5,20	0,44	4,412
12	CQA - 046	5,7	5,5	5,8	5,67	0,48	4,808
13	CQA - 047	5,5	5,7	6	5,73	0,49	4,864
14	CQA - 048	0	0	0	0,00	0,00	0,002
15	CQA - 049	5,5	5,3	5,6	5,47	0,46	4,638
16	CQA - 050	5,7	5,4	5,5	5,53	0,47	4,695
17	CQA - 051	1	0,9	0,5	0,80	0,07	0,680
18	CQA - 052	4,2	5,1	4,8	4,70	0,40	3,988
19	CQA - 054	3,3	2,2	2,5	2,67	0,23	2,263
20	CQA - 055	1,8	4,3	2,2	2,77	0,23	2,348
21	CQA - 056	1,8	1,5	1,4	1,57	0,13	1,331
22	CQA - 057	5,1	6,7	3,6	5,13	0,44	4,355
23	CQA - 058	0,9	0,8	0,9	0,87	0,07	0,737
24	CQA - 059	5,5	5,6	5,3	5,47	0,46	4,638
25	CQA - 062	5,5	7	7,4	6,63	0,56	5,628