

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización y selección de 36 poblaciones de quinua de
grano amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735
msnm – INIA – Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Cristian Barboza Chacchi**

Ayacucho – Perú

2016

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Olimpia

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Braulio

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis familiares

A mis hermanos Edith, Bertha, Ángel, Luis por ser ejemplos de los cuales aprendí aciertos y de momentos difíciles; y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

CRISTIAN

AGRADECIMIENTO

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

A la Facultad de Ciencias Agrarias; y a los profesores de la gloriosa Escuela Profesional de Agronomía, quienes con sus enseñanzas y experiencias han contribuido en mi formación profesional.

Al M.Sc. Ing. José Antonio Quispe Tenorio, asesor del presente trabajo, quien supo brindarme la ayuda y su valiosa orientación del presente trabajo de investigación.

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

A la Ing. Ana María Altamirano Pérez y a los señores trabajadores del área de investigación en Granos Andinos del INIA, por brindarme su apoyo, confianza y hacerme grata mi estancia durante el tiempo que duró este trabajo.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	17
1.1. Origen y distribución	17
1.2. Nutrición	17
1.2.1. Valor nutritivo.....	17
1.3. Taxonomía	20
1.4. Descripción botánica de la planta	21
1.4.1. Planta	21
1.4.2. Raíz	21
1.4.3. Tallo	22
1.4.4. Hojas	23
1.4.5. Inflorescencia.....	23
1.4.6. Flores	24
1.4.7. Fruto.....	24
1.4.8. Semilla	25
1.4.9. Biología floral	27
1.5. Aspectos genéticos de la quinua	27
1.5.1. Número de cromosomas	27
1.5.2. Genética y herencia.....	28
1.5.3. Variabilidad genética	28
1.6. Requerimientos del cultivo	28

1.6.1. Altitud	29
1.6.2. Clima.....	29
1.6.3. Suelo	29
1.6.4. pH.....	29
1.6.5. Agua.....	29
1.6.6. Temperatura	30
1.7. Aspectos fisiológicos y fenología	30
1.7.1. Fenología de la quinua	30
1.8. Carácter de productividad	35
1.8.1. Rendimiento.....	35
1.9. Formas de mejoramiento	36
1.9.1. Selección	36
1.9.2. Introducción	36
1.9.3. Hibridación	36
1.9.4. Cultivo de anteras	36
1.9.5. Fusión de protoplasmas	37
1.10. Métodos de mejoramiento de la quinua	37
1.10.1. La selección masal	37
1.10.2. Selección individual.....	37
1.11. Rendimiento y productividad.....	37
1.11.1. Selección panoja-surco	38
1.11.2. Ganancia por selección y heredabilidad	38
1.11.3. Selección recurrente.....	39

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA	41
2.1. Ubicación del campo experimental.....	41
2.1.1. Ubicación política	41
2.1.2. Ubicación geográfica	41
2.1.3. Ubicación ecológica.....	41
2.2. Antecedentes del campo experimental.....	41
2.3. Características climáticas	42
2.4. Análisis físico – químico del suelo	45
2.5. Material genético en estudio	46

2.6.	Unidad experimental	47
2.7.	Campo experimental	47
2.7.1.	Características del campo experimental.....	49
2.8.	Tamaño de muestra	49
2.8.1.	Tamaño de muestra para caracteres cualitativos.....	49
2.8.2.	Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos.....	49
2.9.	Instalación y conducción del experimento.....	50
2.9.1.	Preparación del terreno	50
2.9.2.	Demarcación y estacado del campo experimental	50
2.9.3.	Fertilización	50
2.9.4.	Siembra	50
2.9.5.	Riego	50
2.9.6.	Control de malezas.....	51
2.9.7.	Raleo	51
2.9.8.	Aporque.....	51
2.9.9.	Control fitosanitario	51
2.9.10.	Abonamiento foliar	51
2.9.11.	Cosecha	51
2.10.	Análisis estadístico.....	52
2.11.	Criterios de evaluación.....	52
2.11.1.	Caracterización morfológica	52
2.11.2.	Caracteres de precocidad	61
2.11.3.	Caracteres de productividad.....	62
2.12.	Análisis genético	62
2.12.1.	Selección por caracteres.....	62
2.12.2.	Ganancia por selección y cálculo de la heredabilidad	63

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65	
3.1.	Características de precocidad.....	65
3.2.	Caracteres de productividad.....	67
3.2.1.	Altura de planta.....	67
3.2.2.	Diámetro de tallo principal	69
3.2.3.	Longitud de panoja.....	71

3.2.4. Diámetro de panoja	73
3.2.5. Peso de panoja.....	74
3.2.6. Peso de 1000 semillas	76
3.2.7. Rendimiento de grano	78
3.3. Selección y respuesta a la selección.....	79
3.3.1. Selección por caracteres.....	79
3.3.2. Respuesta a la selección.....	83
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	90
ANEXO	94

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos seleccionados, por cada 100 g. de peso en seco.....	18
Tabla 1.2.	Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades comprendidos entre 3 y los 10 años (g/100g de proteína).....	18
Tabla 1.3	Contenido mineral en la quinua y en alimentos seleccionados, en mg por cada 100 g. de peso en seco.....	20
Tabla 1.4.	Contenido en vitaminas de la quinua frete a otros alimentos, mg/100g peso en seco.....	20
Tabla 1.5.	Ganancia por selección.....	38
Tabla 2.1.	Temperatura (máxima, media, mínima), precipitación, evapotranspiración y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009-2010, de la estación meteorológica de Canaán (SENAMHI)- Ayacucho.....	43
Tabla 2.2.	Análisis Físicoquímico del suelo de Canlaán-INIA, 2735 msnm. 2010.....	45
Tabla 2.3.	Clave y origen de los 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) de grano amarillo.....	46
Tabla 3.1.	Caracteres de precocidad en número de días después de la siembra de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	66
Tabla 3.2.	Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm- Ayacucho.....	67
Tabla 3.3	Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	68
Tabla 3.4.	Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de tallo principal de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	70
Tabla 3.5.	Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo.	

	Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	72
Tabla 3.6.	Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	73
Tabla 3.7.	Prueba de Tukey para los promedios de peso de panoja de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	75
Tabla 3.8	Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	77
Tabla 3.9.	Prueba de Tukey para los promedios rendimiento de grano de 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	78
Tabla 3.10.	Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del diámetro de tallo, peso de panoja, longitud de panoja y altura de planta sobre el rendimiento en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	80
Tabla 3.11.	Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple de la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja y peso de panoja sobre el rendimiento de grano por hectárea en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	80
Tabla 3.12.	Resumen de selección de Stepwise con las variables diámetro de tallo, peso de panoja, longitud de panoja y altura de planta incluidas en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	81
Tabla 3.13	Rendimiento estimado de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo para valores diferentes de peso de panoja y diámetro de tallo, con valores promedio de altura de planta (177 cm) y longitud de panoja (423.70 mm). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	82
Tabla 3.14.	Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	84

Tabla 3.15. Promedio del rendimiento de grano (tn/ha) y ganancia por selección en 36 cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	85
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Corte transversal de la radícula del embrión de la quinua. (r) rizodermis; (cp) parénquima cortical; (en) endodermis y (p) periciclo. (Gallardo, 1997).....	22
Figura 1.2. Fruto y partes de la semilla de grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) (Prego, 1998).....	26
Figura 1.3. Corte transversal de la semilla de quinua. (e) endosperma; (ac) cámara de aire; (cp) polo cotiledonal; (rp) polo radicular y (em) embrión. (Gallardo, 1997).....	26
Figura 1.4. Tejidos del cotiledón en el embrión de la quinua. (ads) epidermis superior; (sp) tejido esponjoso; (vb) haz vascular; (em) tejido de empalizada; (abe) epidermis inferior. (Gallardo, 1997).....	26
Figura 2.1. Temperatura (máxima, media, mínima), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009-2010, de la estación meteorológica de Canaán (SENAMHI)- Ayacucho.....	44
Figura 2.2. Medidas de la unidad experimental.....	47
Figura 2.3. Croquis del campo experimental.....	48
Figura 2.4. Presencia de ramificación.....	54
Figura 2.5. Forma de las hojas.....	55
Figura 2.6. Dientes en las hojas basales.....	55
Figura 2.7. Medidas de las hojas.....	56
Figura 2.8. Forma de la panoja.....	58
Figura 3.1. Regresión lineal múltiple del rendimiento de grano (tn/ha) sobre el peso de panoja (g) y diámetro de tallo (mm) en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	83
Figura 3.2. Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W.) de grano amarillo. Canaán 2735 m.s.n.m. Ayacucho.....	86

ÍNDICE DE ANEXO

	Pág.
Anexo 1. Caracterización morfológica de los diferentes cultivares de quinua.....	95
Anexo 2. Panel fotográfico.....	131

RESUMEN

El presente trabajo de investigación 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 junio 2010. El objetivo fue, conocer los caracteres de precocidad, productividad, y morfológicas de 36 cultivares de quinua de grano amarillo, colectada por el INIA. El análisis estadístico se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y análisis de variancia del Diseño Experimental Completamente Randomizado, para lo cual se utilizó 36 cultivares de quinua de grano amarillo. Las temperaturas medio ambientales fueron 25.10°C, 10.20°C, y 16.90°C como máxima, mínima y media respectivamente; y una precipitación de 57.5 mm. Se realizaron evaluaciones de 35 caracteres morfológicas en base a los descriptores de la quinua. Referente al carácter de precocidad, los cultivares en estudio, son precoces que alcanzó a la madurez fisiológica de 115 días de la siembra; así como también la altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, tamaño de grano, peso de mil semillas y el rendimiento de grano. En cuanto al carácter de productividad. La altura de planta varía entre 141.4 y 206.9 cm, el diámetro del tallo principal varía entre 11.4 y 21.7 mm, la longitud de panoja varía entre 338.6 y 558.6 mm, el diámetro de panoja varía entre 74.3 y 125.7 mm, el peso de 1000 semillas varía entre 3.043 y 4.571 g, el peso de panoja varía entre 42.9 y 96.7 mm y el rendimiento de grano varía entre 4.754 y 9.982 tn.ha⁻¹, estas diferencias tienen origen genético y ambiental. El 19.35 % de la variación del rendimiento de grano (tn.ha⁻¹) está explicadas significativamente por el conjunto de cuatro variables independientes, el 11.05 % de la variación del rendimiento está explicado por el diámetro de tallo (mm), el 5.01 % de la variación del rendimiento está explicado por el peso de panoja (g) luego de incluido el diámetro de tallo, el 1.97 % de la variación del rendimiento está explicado por longitud de panoja (mm) luego de incluido el diámetro de tallo y el peso de panoja y el 1.32 % de la variación del rendimiento está explicado por la altura de planta (cm) luego de incluido el diámetro de tallo, el peso de panoja y la longitud de panoja, en el modelo de regresión lineal múltiple. La variancia genética para el rendimiento de grano fue de 0.93 (tn.ha⁻¹)², representa el 58 % de la variancia total o fenotípica que es 1.61 (tn.ha⁻¹)². Se espera en la población descendiente de las selecciones un porcentaje de mejora entre 3 a 12 % que representan incrementos en el rendimiento entre 0.217 a 0.693 tn/ha y en promedio de todas las ganancias por selección se espera un incremento de 0.509 tn/ha que representa un 6.7 % de mejora.

Palabras clave: Caracterización, selección, población y *Chenopodium quinoa* Willd

INTRODUCCIÓN

En países en vías de desarrollo como Perú y Bolivia, donde existen altos índices de desnutrición infantil. La quinua puede ser considerada como una principal fuente proteica.

La quinua es una planta alimenticia muy antigua reconocida desde las épocas precolombinas por su alto valor nutricional, quienes aprovecharon de un modo integral su valor nutritivo. Su consumo reemplazaba al de las proteínas animales y aun actualmente en muchas áreas sigue siendo una de las principales fuentes proteicas. De ahí la importancia para desarrollar su cultivo e industrialización para llegar a la población.

La importancia de la quinua radica no en la cantidad de proteínas, sino en la calidad de estas que tiene una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche. Aparte de las proteínas, la quinua ofrece una buena fuente de almidón, de tamaño de granulo pequeño. El aceite de quinua es alto en ácidos grasos esenciales, así como también de ácido oleico que tiene efectos beneficiosos para la salud. Además, el aceite contiene antioxidantes naturales como tocoferoles que protegen los ácidos grasos contra la oxidación. En cuanto a minerales resalta el contenido de calcio, magnesio y zinc. La producción de quinua en los últimos años ha suscitado en creciente interés entre profesionales, empresas públicas y privadas; debido a que la quinua representa un buen potencial de oportunidades comerciales.

De acuerdo con un informe de SUNAT, La exportación de Quinua disminuye 34% a septiembre del 2015 al exportarse U\$ 96.7 millones frente a los U\$ 141 millones del mismo período del 2014. La disminución se debe al menor precio que alcanza nuestras exportaciones bajando de U\$ 5.42 kilo promedio del 2014 a los U\$ 3.78 kilo del 2015.

Por las consideraciones expuestas, se planteó el presente trabajo experimental con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Caracterizar, evaluar, seleccionar y establecer colecciones de quinua de grano amarillo, con mejor aptitud productiva y aprovechar su variabilidad genética para su mejoramiento.

Objetivos específicos

1. Caracterizar morfológicamente treinta y seis poblaciones varietales de quinua de grano amarillo in situ.
2. Evaluar plantas de colección de quinua de grano amarillo in situ.
3. Establecer colecciones de quinua en el banco nacional de germoplasma.
4. Seleccionar características de precocidad y rendimiento de treinta y seis poblaciones varietales de quinua de grano amarillo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por el científico Alemán Luis Christian Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944).

Según Vavilov la región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas (Lescano, 1994) y dentro de ella se encuentran diferentes sub centros. Según Lescano, en el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes. Según Jacobsen (2003) la quinua es uno de los cultivos más antiguos de la región Andina, con aproximadamente 7000 años de cultivo, en cuya domesticación y conservación han participado grandes culturas como la Tiahuanaco y la Incaica. La quinua fue ampliamente cultivada en la región Andina por culturas precolombinas y sus granos han sido utilizados en la dieta de los pobladores tanto de valles interandinos, zonas más altas (superiores a 3500 msnm), frías (temperaturas promedio de 12 °C) y áridas (350 mm de precipitación promedio), como en el altiplano. La quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética (Mujica, 1992).

1.2. NUTRICIÓN

1.2.1. Valor nutritivo

En relación con la nutrición, la quinua se puede comparar en energía a alimentos similares como frijol, maíz, arroz o trigo, tal y como se muestra en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos seleccionados, por cada 100 g. de peso en seco.

	Quinua	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (Kcal/100 g)	399	367	408	372	392
Proteínas (g/100 g)	16.5	28.0	10.2	7.6	14.3
Grasa (g/100 g)	6.3	1.1	4.7	2.2	2.3
Total de carbohidratos	69.0	61.2	81.1	80.4	78.4

Fuente: koziol (1992)

Además, la quinua destaca por ser una buena fuente de proteínas de calidad, fibra dietética, grasas poliinsaturadas y minerales. Aunque la quinua es una buena fuente de muchos nutrientes, es importante consumirla como parte de una comida equilibrada junto con muchos otros tipos de alimentos a fin de obtener una buena nutrición general.

a. Proteínas

La cantidad de proteínas en la quinua depende de la variedad, con un rango comprendido entre un 10,4% y un 17,0% de su parte comestible. Aunque generalmente tenga una mayor cantidad de proteínas en relación con la mayoría de granos, la quinua se conoce más por la calidad de las mismas. La proteína está compuesta por aminoácidos, ocho de los cuales están considerados esenciales tanto para niños como para adultos. Tal y como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades comprendidos entre 3 y los 10 años (g/100g de proteína).

	FAO ^a	Quinua ^b	Maíz ^b	Arroz ^b	Trigo ^b
Isoleucina	3,0	4,9	4,0	4,1	4,2
Leucina	6,1	6,6	12,5	8,2	6,8
Lisina	4,8	6,0	2,9	3,8	2,6
Metionina^c	2,3	5,3	4,0	3,6	3,7
Fenilalanina^d	4,1	6,9	8,6	10,5	8,2
Treonina	2,5	3,7	3,8	3,8	2,8
Triptófano	0,66	0,9	0,7	1,1	1,2
Valina	4,0	4,5	5,0	6,1	4,4

^a Patrones de puntuación de los aminoácidos para niños de edades comprendidas entre los 3 y los 10 años, adaptados por la FAO (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition, Report of an FAO Expert Consultation Roma.

^b Koziol (1992).

^c Metionina + cisteína.

^d Fenilalanina + tirosina.

Si se compara con el patrón de puntuación de aminoácidos esenciales recomendado por la FAO para niños con edades comprendidas entre los 3 y los 10 años, la quinua supera las recomendaciones para los ocho aminoácidos esenciales. Al contrario que la quinua, la mayoría de los granos tienen un bajo contenido del aminoácido esencial lisina, mientras que la mayoría de las legumbres tienen un bajo contenido en los aminoácidos sulfúricos metionina y cisteína.

b. Grasas

Tal y como se muestra en la tabla 1.1, la quinua contiene más grasas (6,3 g) por cada 100 g de peso en seco en comparación con los frijoles (1,1 g), el maíz (4,7 g), el arroz (2,2 g) y el trigo (2,3 g). Las grasas son una importante fuente de calorías y facilitan la absorción de vitaminas liposolubles. Del contenido total de materias grasas de la quinua, más del 50 % viene de los ácidos grasos poliinsaturados esenciales linoleico (omega 6) y linolénico (omega 3). Los ácidos linoleico y linolénico se consideran ácidos grasos esenciales, ya que no los puede producir el cuerpo. Se ha demostrado que los ácidos grasos de la quinua mantienen la calidad debido al alto valor natural de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural.

c. Minerales

En promedio, la quinua es una mejor fuente de minerales en relación con la mayoría de los granos presentados en la tabla 1.3. En especial, la quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc si se compara con las recomendaciones relativas al consumo diario de minerales. La falta de hierro suele ser una de las deficiencias nutricionales más comunes. Sin embargo, la quinua, del mismo modo que todos los alimentos vegetales, contiene algunos componentes no nutritivos que pueden reducir el contenido y la absorción de sustancias minerales. Las más notables son sus saponinas, que se encuentran en la capa exterior de la semilla de la quinua y normalmente se extraen durante su procesado para eliminar el sabor amargo. La quinua también tiene un alto contenido en el compuesto de oxalato, que se puede unir a minerales como el calcio y el magnesio y reducir su absorción en el cuerpo.

Tabla 1.3. Contenido mineral en la quinua y en alimentos seleccionados, en mg por cada 100 g. de peso en seco.

	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Calcio	148,7	17,1	6,9	50,3
Hierro	13,2	2,1	0,7	3,8
Magnesio	249,6	137,1	73,5	169,4
Fósforo	383,7	292,6	137,8	467,7
Potasio	926,7	377,1	118,3	578,3
Zinc	4,4	2,9	0,6	4,7

Fuente: Koziol (1992).

d. Vitaminas

La quinua es también una buena fuente de las vitaminas B2 (riboflavina) y ácido fólico en comparación con otros granos, mientras que su contenido en tiamina es similar al de otros granos y el de niacina es en promedio inferior, como se muestra en la tabla 1.4.

También contiene cantidades significativas de vitamina E, aunque esta cantidad parece disminuir después de procesarse y cocinarse (Koziol, 1992). En general, el contenido en vitaminas de la quinua no se ve afectado por la eliminación de sus saponinas, ya que las vitaminas no se encuentran en el pericarpio de la semilla (Koziol, 1992).

Tabla 1.4. Contenido en vitaminas de la quinua frente a otros alimentos, mg/100g peso en seco.

	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Tiamina	0,2-0,4	0,42	0,06	0,45-0,49
Riboflavina	0,2-0,3	0,1	0,06	0,17
Ácido Fólico	0,0781	0,026	0,020	0,078
Niacina	0,5-0,7	1,8	1,9	5,5

1.3. TAXONOMÍA

Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdenow.

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. (Mújica, 1996)

Reino : Vegetal
División : Fanerógamas
Clase : Dicotiledóneas
Sub clase : Angiosperma
Orden : Centrospermales
Familia : Chenopodiaceae
Género : Chenopodium
Sección : Chenopodia
Sub sección : Cellulata
Especie : *Chenopodium quinoa* Will.

Nombre común:

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

1.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA

1.4.1. Planta

Gandarillas (1968^a) Tapia (1990) y Mujica (1992). La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 0,2 a 3,0 m. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos. El tallo principal puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas. Es más frecuente el hábito ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos del sur del Perú y Bolivia, en cambio el hábito simple se observa en pocas razas cultivadas en el altiplano y en una buena parte de las razas del centro y norte del Perú y Ecuador (Gandarillas, 1968a; Tapia, 1990; Mujica, 1992).

1.4.2. Raíz

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.

Tapia (1979) menciona que la raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, a pesar de que pareciera ser una gran cabellera, esta se origina del periciclo, variando el color con el tipo de suelo donde crece, al germinar lo primero que se alarga es la radícula, que continúa creciendo y da lugar a la raíz, alcanzando en casos de sequía hasta 1.80 m de profundidad, y teniendo también alargamiento lateral, sus raicillas o pelos absorbentes nacen a distintas alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas, muy excepcionalmente se observa vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y mayormente es por el peso de la panoja.. Los tejidos que conforman la raíz se puede ver en la figura 1.1.

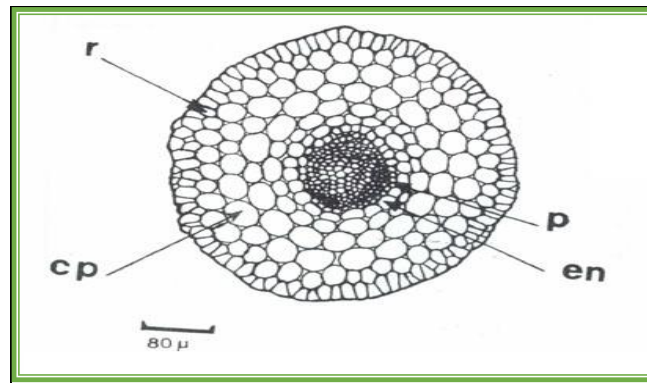


Figura 1.1. Corte transversal de la radícula del embrión de la quinua. (r) rizodermis; (cp) parénquima cortical; (en) endodermis y (p) periciclo. (Gallardo, 1997).

1.4.3. Tallo

León (2003) indica que el tallo es cilíndrico cerca de la raíz de una forma angulosa 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. La altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia.

Mujica (1993) el grosor del tallo es variable siendo mayor en la base que en el ápice, dependiendo de los genotipos y zonas donde se desarrolla, existen genotipos ampliamente ramificados (quinuas de valle) incluso desde la base (quinuas del nivel del mar) y otros de tallo único (quinuas del altiplano), así como genotipos intermedios, dependiendo del genotipo, densidad de siembra y disponibilidad de nutrientes, la

coloración del tallo es variable, desde el verde al rojo, muchas veces presenta estrías y también axilas pigmentadas de color rojo, o púrpura.

El tallo posee una epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una médula, que a la madurez desaparece, quedando seca, esponjosa y vacía, este tallo por su riqueza y gran contenido de pectina y celulosa se puede utilizar en la fabricación de papel y cartón; la arquitectura de la planta puede ser modificada por el ataque de insectos, daños mecánicos o por algunas labores culturales como pueden ser la densidad de siembra o abonamiento orgánico. El diámetro del tallo es variable con los genotipos, distanciamiento de siembra, fertilización y condiciones del cultivo, variando de 1 a 8 cm de diámetro.

Gandarillas (1974), indica que en algunos ecotipos o razas las ramas son poco desarrolladas; es decir que en su mayoría son monopódicas 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

Tapia (1990) Dizes y Bonifacio (1992) y Rojas (2003). Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla- Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y, consecuentemente, disminuye la transpiración.

1.4.5. Inflorescencia

Mujica (1997) menciona que la inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos, así como por la disposición de las flores y porque el eje principal está más desarrollado que los secundarios.

Cárdenas (1944) agrupó por primera vez a la quinua por su forma de panoja, en amarantiforme, glomerulada e intermedia, y designó el nombre amarantiforme por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*.

Gandarillas (1968a) la forma de panoja está determinada genéticamente por un par de genes, siendo totalmente dominante la forma glomerulada sobre la amarantiforme, razón por la cual parece dudoso clasificar panojas intermedias.

1.4.6. Flores

Apaza y Delgado (2005) las flores carecen de pétalos, pueden ser hermafroditas (pistilo y estambres) ubicadas en la parte superior del glomérulo. Pistiladas (femeninas), ubicadas en la parte inferior del glomérulo y androestériles (pistilo y estambres estériles).

Los tres tipos de flores pueden estar presentes en la misma planta. Por lo general las flores presentan un perigonio con cinco sépalos de color verde, un androceo con cinco estambres (pentámera) cortos de color amarillo y un gineceo con estigma central, plumoso con dos o tres ramificaciones estigmáticas. Existen aberraciones florales donde se pueden encontrar, flores tetraováricas, androceo con 3, 4, 6 y 7 estambres.

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.

1.4.7. Fruto

Rojas (2003) el fruto es un aquenio indehiscente que contiene un grano que puede alcanzar hasta 2,66 mm de diámetro de acuerdo a la variedad.

Tapia (1990) el perigonio cubre a la semilla y se desprende con facilidad al frotarlo El episperma que envuelve al grano está compuesto por cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, es de superficie rugosa, quebradiza, se desprende fácilmente con agua, y contiene a la saponina. Mujica (1993) afirma que el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se

observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es de 14.5% (Gallardo, 1997).

1.4.8. Semilla

Villacorta y Talavera (1976) constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida.

El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30% del volumen total de la semilla el cual envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados, es de color amarillento mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho (Carrillo, 1992) en algunos casos alcanza una longitud de 8.2 mm de longitud y ocupa el 34% de toda la semilla y con cierta frecuencia se encuentran tres cotiledones (Gallardo, 1997) en forma excepcional a otras semillas, en ella se encuentra la mayor cantidad de proteína que alcanza del 35-40% , mientras que en el perisperma solo del 6.3 al 8.3% de la proteína total del grano (Ayala, 1977) la radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro.

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endosperma, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma hexagonal en la mayoría de los casos.

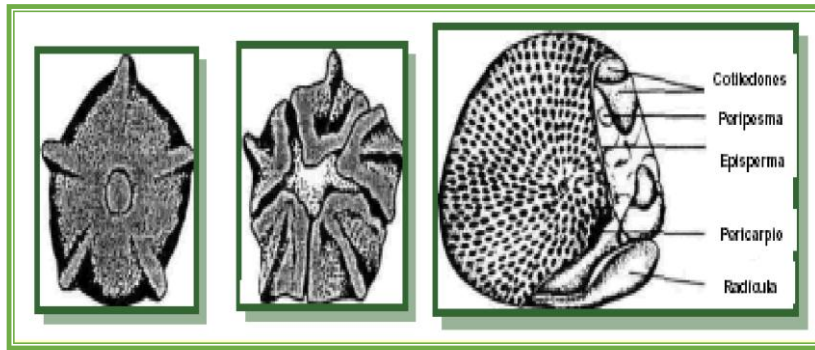


Figura 1.2. Fruto y partes de la semilla de grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Prego, 1998).

Gallardo (1997) indica que la quinua también posee endosperma del tipo celular, formado por varias capas rodeando completamente al embrión y separado de él por una capa de aire.

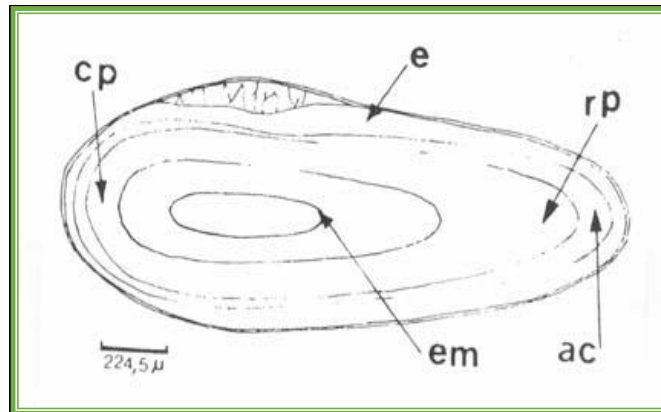


Figura 1.3. Corte transversal de la semilla de quinua. (e) endosperma; (ac) cámara de aire; (cp) polo cotiledonal; (rp) polo radicular y (em) embrión. (Gallardo, 1997).

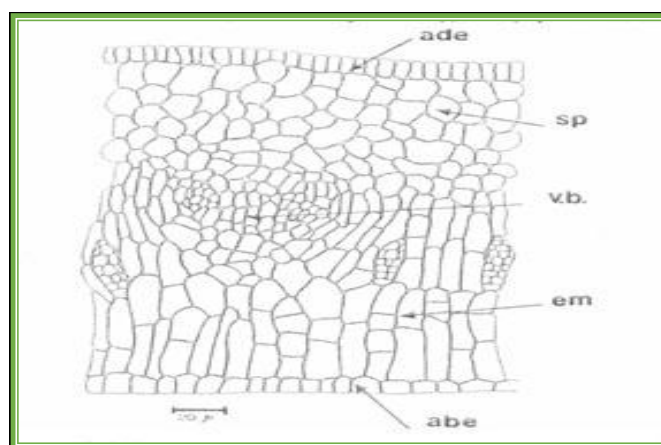


Figura 1.4. Tejidos del cotiledón en el embrión de la quinua. (ads) epidermis superior; (sp) tejido esponjoso; (vb) haz vascular; (em) tejido de empalizada; (abe) epidermis inferior. (Gallardo, 1997).

1.4.9. Biología floral

Gandarillas (1967) encuentra que las flores de la quinua permanecen abiertas de 5 a 7 días, observando presencia de flores hermafroditas y pistiladas, cuyo porcentaje es variable, habiendo casos de presencia sólo de flores pistiladas; en una misma inflorescencia el tiempo que dura la floración es de 12 a 15 días, así mismo las flores hermafroditas y pistiladas en la misma panoja se abren al mismo tiempo (homogamia).

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

1.5. ASPECTOS GENÉTICOS DE LA QUINUA

La diversidad genética de esta especie es el resultado de la variación genética, la participación de factores ambientales y la intervención del hombre. El hombre ha orientado en alguna forma la evolución de la especie, favoreciendo las variantes más convenientes para la utilización por el hombre, precisamente, es en este momento que empezó el mejoramiento de las plantas de quinua.

1.5.1. Número de cromosomas

Las investigaciones sobre el número de cromosomas de la quinua cultivada (*Chenopodium quinoa* Willd) han demostrado que la especie $2n = 36$ cromosomas (Cárdenas y Hawkes, 1948, Gandarillas y Luizaga, 1967 y Gandarillas, 1986). En base a los resultados obtenidos, Gandarillas (1979) sostiene que se debe aceptar que la quinua tiene 36 cromosomas somáticos constituidos por cuatro genomios de $x = 9$ cromosomas que son número básico para el género *Chenopodium*, lo que significa que la quinua es un alotetraploide. Los estudios de Simmonds (1971) y Gandarillas (1986) muestran evidencias sobre la condición alotetraploide de la quinua donde participarían dos genomios de especies diploides y una posterior duplicación del número de cromosomas daría origen a un alotetraploide autofértil. Con respecto a la herencia genética (cromosómica), la quinua tiene un comportamiento hereditario del tipo disómico (Simmonds, 1971). Esta forma de herencia está implícita, al menos para caracteres cualitativos, en varios trabajos de Gandarillas (1968, 1971 y 1979) Saravia (1990)

Bonifacio (1990 y 1991) y Silvestre y Gil (2000) quienes han observado la segregación de caracteres en F2 concordantes con las proporciones clásicas de 3:1 y 9:3:3:1 correspondientes a uno y dos pares de genes respectivamente.

1.5.2. Genética y herencia

Indudablemente la quinua es la especie que se adaptada a las condiciones semiáridas y frías del altiplano peruano - boliviano, donde la producción de alimentos tiene especiales importancias para soportar una población crecimiento tanto rural como urbano. El conocimiento de la herencia de algunos caracteres tan simples como el color de la planta, que son independientes del rendimiento, son de enorme importancia para la producción comercial de la quinua, a fin de prevenir mezclas en el campo que puede afectarla calidad del grano. La quinua presenta una gran variación en cuanto a color de la planta y el fruto. Son igualmente variables la altura sobre el nivel del mar en el que se cultiva, y su adaptación a las diferentes condiciones ambientales típicas de los andes (IICA, 1979).

1.5.3. Variabilidad genética

El Perú tiene la mayor variabilidad genética de la quinua, especialmente en la región del altiplano, donde la Estación Experimental Illpa-Puno y la Universidad Nacional del Altiplano cuentan con un banco de germoplasma de más de 1200 accesiones, una colección núcleo, con datos de pasaporte, caracterizados y evaluados desde el punto de vista agronómico, con replicas en otras estaciones experimentales del INIA y algunas universidades del país. Este banco constituye un recurso biogenético importante por ser la base genética para la obtención de nuevas y mejores variedades que garantizan una agricultura sostenible para mantener la seguridad alimentaria, regional, nacional y mundial.

1.6. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

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

León (2003) señala que 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. Dado a su cultivo 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.

1.6.1. Altitud

El cultivo de la quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 msnm, sin embargo, se estima que la altitud ideal para su cultivo se encuentra de 2500 a 3600 msnm, tiene un amplio y diverso rango de adaptación dependiendo de los genotipos y variedades (Apaza y Delgado, 2005).

1.6.2. Clima

En cuanto al clima, la quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, (Mujica, 1997).

1.6.3. Suelo

La quinua se adapta muy bien a suelos francos, franco arenoso 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, teniendo consideración que existe genotipos que se pueden adaptar a suelos salinos y alcalinos (Pérez, 2005).

1.6.4. pH

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo de 6.5 a 8.5 y con 12 mmhos/cm de C.E. (León, 2003).

Últimas investigaciones han demostrado que la quinua puede germinar en suelos de pH 4.5 a 9.0 y con 52 mmhos/cm, pero en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta en 25 días (Jacobsen et al., 1998; Quispe & Jacobsen, 1999).

1.6.5. Agua

En cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y

bioquímicos que le permiten no solo escapar al déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo, la quinua crece y produce aceptablemente con precipitaciones mínimas de 200-250 mm anuales.

Mujica 1997. En cuanto a la precipitación; óptimo: 300-500 mm y máximo: 600-800 mm (León, 2003).

1.6.6. Temperatura

La temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15-20 °C, sin embargo, se ha observado que con temperaturas medias de 10°C se desarrolla perfectamente el cultivo, así mismo ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25°C. Sin embargo, también toleran temperaturas extremas de -1 °C hasta 38 °C, pero produce aborto de flores y muerte de estigmas y estambres (Mujica, 1997).

1.7. ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y FENOLOGÍA

1.7.1. Fenología de la quinua

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permite identificar los cambios que ocurre durante desarrollo de la planta, se ha determinado las siguientes fases fenológicas (Mujica y Canahua, 1989).

El carácter 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.

Mujica citado por Choquecahua (2010) menciona que la quinua alcanza a la madurez fisiológica de 90, 116 a 123 días después de la siembra y se ha determinado que atraviesa por 14 fases fenológicas importantes y claramente distinguibles:

a. Emergencia

León (2003) manifiesta que la emergencia es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledoniales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas; si el suelo es húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la

siembra. Apaza (2005) indica que esto sucede de 6 a 8 días de la siembra los cotiledones emergen a la superficie del suelo, la raíz empieza a desarrollarse, por el cual la plántula inicia a abastecerse de agua y nutrientes del suelo, se inicia el proceso de fotosíntesis.

b. Dos hojas verdaderas

León (2003) señala que esta fase ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua. Apaza (2005) menciona que esta fase ocurre de 16 a 20 días de la siembra, las plántulas miden de 1.5 a 2 cm de altura, longitud de hoja 0.7 a 1.0 cm, ancho de hoja 0.3 a 0.6 cm y longitud de raíz 6.5 a 8.3 cm. Mujica (1997) 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.

c. Cuatro hojas verdaderas

Apaza (2005) afirma que ocurre entre 38 a 42 días después de la siembra. Fase fenológica crítica en presencia de veranillos prolongados, competencia de malezas y ataque de gusanos cortadores.

Mujica (1997) Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía; sin embargo es muy susceptible al ataque de masticadores de hojas como *Epitrix subcrinita* y *Diabrotica virídula*.

d. Seis hojas verdaderas

León (2003) refiere que esta fase ocurre aproximadamente a los 35 a 45 días después de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas.

Mujica (1997) 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.

e. Ramificación

León (2003) señala que durante la ramificación se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledoniales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria.

Mujica (1997) 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 que mayormente se consumen las hojas como verdura, hasta esta fase el crecimiento de la planta pareciera lento, para luego alargarse rápidamente.

f. Inicio de panojamiento

Mujica y Canahua (1989) manifiestan que en esta fase la inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo la panoja en sus tres cuartas partes; ello puede ocurrir aproximadamente a los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento.

g. Panojamiento

León (2003) menciona que en esta fase la inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor.

Mujica (1997) La inflorescencia sobresale con mucha claridad 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 en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales.

h. Inicio de floración

Apaza (2005) sostienen que la floración inicia en la parte apical de la panoja y continua hasta la base, se da a los 80 a 90 días de la siembra.

Mujica (1997) 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 80 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.

i. Floración o antesis

Apaza (2005) señala que es fase crítica para el ataque de mildiú, presencia de heladas y granizo prolongados, que hacen infértil al polen. Es adecuado para la evaluación de la incidencia de mildiú. La floración se da a los 95 a 132 días de la siembra.

Mujica (1997) 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 de la siembra, esta fase es bastante sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2°C , en esta etapa debe observarse la floración a 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.

j. Grano lechoso

León (2003) refiere que el estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyéndolo drásticamente.

Mujica (1997) cuando los frutos al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días después de la siembra. En esta fase el déficit de hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento.

k. Grano pastoso

Mujica y Canahua (1989) señalan que el estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque, de *Kona-kona* (*Eurysacca quinoa*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano.

l. Madurez fisiológica

León (2003) indica que la madurez fisiológica es cuando el grano formado presenta resistencia a la penetración de las uñas por la presión, esto ocurre a los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano.

Mujica (1997) 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 varia de 14 a 16 %, el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica, viene a constituir el periodo de llenado de grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

m. Madurez de cosecha

Mujica (1997) cuando los granos sobresalen del perigonio, dando una apariencia de estar casi suelto y listo para desprenderse, la humedad de la planta es 12% tal que facilita la trilla.

1.8. CARÁCTER DE PRODUCTIVIDAD

1.8.1. Rendimiento

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 800 kg.ha⁻¹ a 1400 kg.ha⁻¹ en años buenos. Sin embargo según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3000 kg.ha⁻¹.

Según Bonifacio et al. (2001) menciona que 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.

Telleria y Ballón (1976) indican que el rendimiento es un carácter complejo, ya que es el resultado de una serie de factores causales que actúan activamente interrelacionando entre ellos. Así mismo Zevallos (1984), señala que los rendimientos son debido principalmente al suelo, humedad, variedad y los cuidados culturales; van desde los 450 kg.ha⁻¹ hasta los 5000 kg.ha⁻¹, y los promedios que van desde los 1500 a 2000 kg.ha⁻¹. Huancahuari (1996), obtuvo los rendimientos desde 3825.40 kg.ha⁻¹ hasta 8721.10 kg.ha⁻¹, en 14 cultivares de quinua en Canaán a 2750 msnm.

Dípez (2010) obtuvo los rendimientos desde 2482.50 kg.ha⁻¹ hasta 5213.60 kg.ha⁻¹ en 11 cultivares de quinua en condiciones de Canaán – INIA Ayacucho, a 2730 msnm.

1.9. FORMAS DE MEJORAMIENTO

1.9.1. Selección

Según la FAO/RLAC/UNA (1998) 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. La selección consiste en la identificación de plantas sobresalientes en las características consideradas objetivos del mejoramiento.

Según 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; Calidad; Resistencia a factores bióticos y abióticos; adaptación; uniformidad en la maduración; Precocidad.

1.9.2. Introducción

Esta forma de mejoramiento consiste en introducir material genético que ha sido generado o encontrado en otras localidades. Sobre estas podemos realizar un proceso de selección o realizar cruzamientos con el material genético de la zona.

1.9.3. Hibridación

Se da por el cruzamiento entre padres de características diferentes, se puede realizar cruza simples, dobles, triples, etc., según la cantidad de variabilidad genética que se desee generar. La heterosis o vigor híbrido puede ser generado a partir de los cruzamientos dobles o triples y pueden ser más estables a medida que se logren por un mayor número de cruzamientos.

1.9.4. Cultivo de anteras

Esta forma de mejoramiento se da a nivel del laboratorio y sirve para obtener plantas haploides, que nos puede permitir realizar cruzamiento entre la quinua y la cañihua para poder transferir la característica de mayor contenido de proteína asimilable de la cañihua a la quinua.

1.9.5. Fusión de protoplasmas

Consiste en combinar material genético de diferentes variedades o diferentes especies y generar una gran variabilidad genética sobre la cual se debe realizar un proceso de selección, teniendo mucho cuidado en elegir a las plantas nuevas que tengan las características deseables de los padres.

1.10. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO DE LA QUINUA

1.10.1. La selección masal

Gandarillas citado por la FAO (1979) 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 mecánicamente 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) 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.

1.10.2. Selección Individual

La selección individual consiste en mantener la individualidad de las unidades seleccionadas en todos los ciclos en las que se practica la selección. Esto permite detectar las unidades seleccionadas por el ambiente y no por el genotipo. (Gandarillas, 1979).

1.10.3. 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; es decir la selección debe ser gradual (Robles citado por Poehlman y Allen, 2005).

1.10.4. Selección panoja-surco

Este método consiste en la aplicación de los procedimientos de la selección individual, con la diferencia de que cada unidad seleccionada es asignada con un número de registro, para facilitar el seguimiento de las progenies y cada unidad es sembrada en uno o más surcos debidamente identificados. Las plantas seleccionadas se trillan en sobres individuales y luego se siembran en surcos individuales, dobles o múltiples. Nuevamente se repite el proceso seleccionando plantas sobresalientes entre los surcos y dentro los surcos. Este método permite el aislamiento de líneas puras después de varias generaciones de autofecundación. Este método es de mayor precisión frente al método masal y más económico (Gandarillas, 1979).

1.10.5. Ganancia por selección y heredabilidad

a. 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 la siguiente tabla.

Tabla 1.5. Ganancia por selección.

Cultivar	Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Promedio poblacional 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⁻¹ respectivamente, el cual representa un 11, 4, 9 y 8 por ciento de mejora respecto al promedio población obtenido en la presente campaña de cultivo.

b. Heredabilidad

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

1.11. RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

Los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos químicos, la época de siembra, la variedad empleada, el control de enfermedades y plagas, etc. Generalmente se obtienen de 600 a 800 kg.ha⁻¹ en cultivos tradicionales (Tapia, 1997).

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 800 kg.ha⁻¹ a 1400 kg.ha⁻¹; sin embargo según el material genético se puede obtener rendimientos hasta 3000 kg.ha⁻¹ (León, 2003).

El potencial de rendimiento de grano de quinua alcanza hasta 9000 kg. ha⁻¹ se logra cuando todos los factores de crecimiento se dan simultánea y constantemente en su valor óptimo en el curso de las diversas fases del desarrollo. Con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos promedios de 5000 kg. ha⁻¹ (Apaza, 2005).

Mujica (1997) desde el año 2002 el cultivo de quinua ha experimentado un sorprendente proceso de recuperación que la ha llevado a aproximarse a los altos niveles de producción registrados en los años cincuenta. A fines de 2009, su producción alcanzaba las 39 mil toneladas, que se sembraban en 34 mil hectáreas, aproximadamente. Respecto a las cifras de 1990, la producción se ha multiplicado diez veces, mientras que la

superficie sembrada lo ha hecho en cuatro veces, los rendimientos también iniciaron una recuperación mejorando su productividad.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los terrenos de la Estación Experimental Agraria - Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), dentro del Área de Investigación de Cultivos Andinos.

2.1.1. Ubicación política

Departamento : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud : 13°10'09" S
Longitud : 74°32'82" O
Altitud : 2,735 msnm

2.1.3. Ubicación ecológica

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1986) citado por Tineo (1999) se encuentra dentro de la zona de vida natural Bosque Seco - Montano Bajo Subtropical (bs-MBS).

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Durante la campaña anterior a la instalación del presente trabajo de investigación se instaló el cultivo de trigo variedad "Nazareno" con fertilizantes sintéticos destinados a la producción de granos. De acuerdo a la fisiografía se observa que los terrenos de la Estación Experimental Canaán son de una profundidad de unos 20 cm, cuyo conjunto de formas que constituyen la parte exterior de la corteza terrestre es ligeramente mediano lo que favorece para la aplicación de riegos superficiales.

2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Investigación e innovación Agraria, presenta datos climáticos (temperatura y precipitación) de la campaña agrícola 2009-2010, que fueron tomadas en la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMHI), ubicada a una altitud de 2735 msnm; donde se registraron precipitaciones, temperaturas máximas, media, mínimas mensuales y radiación extraterrestre (Ra). En término a estos datos obtenidos se procedió a calcular el balance hídrico utilizando el método empírico de Hargreaves (1991) recomendado por la FAO, el que se presenta en el Cuadro 2.1 y Figura 2.1. registrándose durante la campaña agrícola 2009-2010 con temperatura máxima promedio mensual de 25.1°C, la media de 16.9 °C y la mínima 10.2 °C; siendo los meses cálidos setiembre, octubre, noviembre diciembre del 2009 y los meses enero, febrero, marzo abril del año 2010; y los meses más fríos fueron los meses mayo, junio, julio, agosto del 2010.

Durante el proceso de la ejecución del presente trabajo de investigación, se manifestaron comportamientos meteorológicos diferentes que fueron como la precipitación alta en los meses de febrero (58 mm) y marzo (57 mm), superando la evapotranspiración lo cual nos indica que hubo exceso de humedad en el suelo y en los meses (abril, mayo, junio), hubo déficit de humedad en el suelo por lo que fue necesario aplicar riegos frecuentes para que los cultivares de quinua crezcan y se desarrollen con toda normalidad para mostrar su potencial genético.

Tabla 2.1. Temperatura (máxima, media, mínima), precipitación, evapotranspiración y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009-2010, de la estación meteorológica de Canaán (SENAMHI)- Ayacucho.

Región : Ayacucho Altitud : 3735 msnm Provincia : Huamanga Latitud sur : 13°10'09s Distrito : Ayacucho Longitud oeste : 74°12'82w																
AÑOS	2009				2010											
MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL	MEDIA	
T° MAXIMA MEDIA MESUAL (°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	25.10		25.10	
T° MINIMA MEDIA MESUAL (°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	9.60		10.20	
T° MEDIA MESUAL (°C)	17.40	18.20	17.40	17.10	16.30	17.50	17.30	17.20	16.60	16.00	16.00	16.10	16.80		16.90	
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	10.80	478.20		
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm)	146.18	146.60	120.21	114.78	110.77	114.41	138.51	149.91	156.77	149.52	162.02	161.03	144.66	1815.37		
FACTOR DE CORRECIÓN	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26			
EVAPOTRANSPIRACIÓN CORRIGIDA (mm)	38.51	38.62	31.67	30.24	29.18	30.14	36.49	39.49	41.30	39.39	42.68	42.42	38.11			
EXCESO DE HUMEDAD EN EL SUELO (mm)			27.13	77.56	77.02	27.86	20.51									
DEFICIT DE HUMEDAD EN EL SUELO (mm)	28.91	16.02						15.69	30.30	39.39	42.08	30.42	27.31			

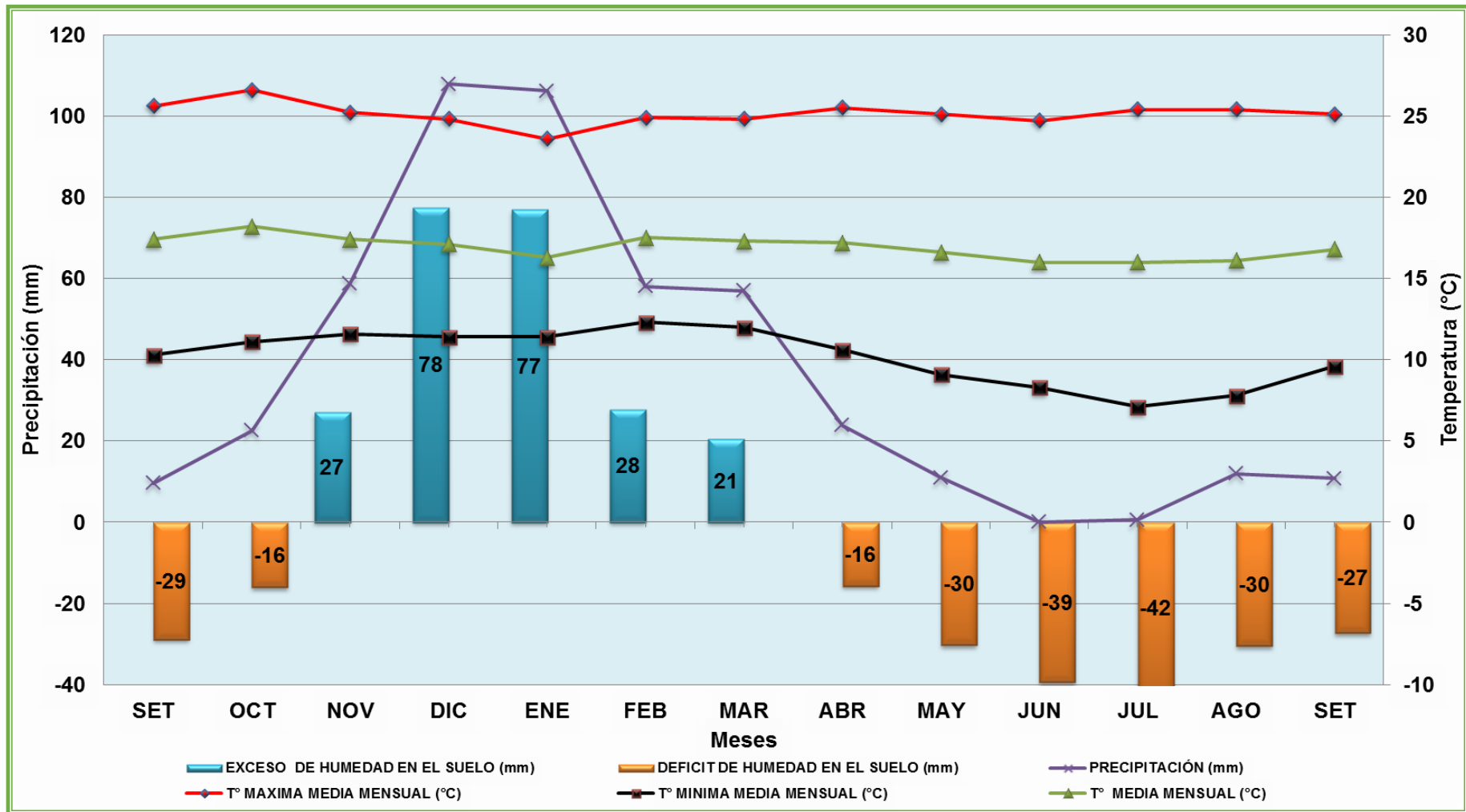


Figura 2.1. Temperatura (máxima, media, mínima), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009-2010, de la estación meteorológica de Canaán (SENAMHI)- Ayacucho.

2.4. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO

El análisis físico-químico del suelo para el presente trabajo de investigación se realizó de la siguiente manera, se tomó muestras de 20 cm. de profundidad en forma de zig zag de la superficie del terreno experimental, tratando de obtener una muestra de 0.5 Kg. que sea homogénea y representativa, la que se llevó para su análisis Físico–Químico al Laboratorio de Suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Cuyos resultados se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Análisis Fisicoquímico del suelo de Canlaán-INIA, 2735 msnm. 2010.

	Componentes	Método	Contenido	Interpretación
Químicos	Materia orgánica (%)	Walkley Black	1,27	Pobre
	Nitrógeno total (%)	Semi – micro Kjeldhal	0,06	Pobre
	P disponible (ppm)	Bray-Kurtz	30,22	Alto
	K disponible (ppm)	Turbimetría	289	Alto
	pH	Potenciómetro	6,9	Ligeramente ácido
Físicos	Arena (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	52,1	
	Limo (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	17,2	
	Arcilla (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	30,7	
	Clase textural		Franco arcilloso	

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo que se observa en el cuadro 2.2 del presente trabajo de investigación se podría mencionar, la interpretación de los resultados del análisis del suelo propuesto por el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, determina: La Materia Orgánica 1.27% corresponde a un suelo pobre; el Nitrógeno Total 0.06% corresponde a un suelo con contenido pobre; el Fósforo disponible con 30.22 ppm; el Potasio disponible con 289 ppm, que corresponden a un suelo con contenido alto, y el pH 6.9 determinado por el método potenciómetro corresponde a un suelo de reacción ligeramente ácido.

Asimismo, el suelo de acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a la clase textural Franco Arcilloso. El análisis de suelo se realizó con el objetivo de determinar la fórmula de los niveles de abonamiento con NPK para el presente trabajo de investigación.

2.5. MATERIAL GENÉTICO EN ESTUDIO

El material genético estuvo conformado de 36 cultivares de quinua de grano amarillo, procedentes de la provincia de Huamanga, La Mar y Huanta, coleccionada por el Programa de Cultivos Andinos de la Estación Experimental Canaán (EEC) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), los cuales se presentan en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Clave y origen de los 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano amarillo.

N° Parcela	N° Variedad	Tratamiento	Ecotipos y/o colectas	Repetición	Origen
1	CQA-001	T1	CQA-001	1	PATIBAMBA
2	CQA-002	T2	CQA-002	2	CHILINGA
3	CQA-003	T3	CQA-003	3	TRANCA
4	CQA-004	T4	CQA-004	4	CHIHUAMPAMPA
5	CQA-005	T5	CQA-005	5	CHIHUAMPAMPA
6	CQA-006	T6	CQA-006	6	CCOCHACHINI
7	CQA-007	T7	CQA-007	7	CORA CORA
8	CQA-008	T8	CQA-008	8	CCOCHANI
9	CQA-009	T9	CQA-009	9	CCOCHANI
10	CQA-010	T10	CQA-010	10	CHILCACCASA
11	CQA-011	T11	CQA-011	11	HUAMANGUILLA
12	CQA-013	T12	CQA-013	12	CHILCACCASA- HUAMANGUILLA
13	CQA-014	T13	CQA-014	13	IGUAIN-CORA CORA
14	CQA-015	T14	CQA-015	14	IGUAIN-CORA CORA
15	CQA-016	T15	CQA-016	15	HUAMANGUILLA
16	CQA-017	T16	CQA-017	16	CCERAYOCC-QUINUA
17	CQA-018	T17	CQA-018	17	CCERAYOCC-QUINUA
18	CQA-019	T18	CQA-019	18	HUAMANGUILLA
19	CQA-020	T19	CQA-020	19	CURIPATA-HUAMANGUILLA
20	CQA-021	T20	CQA-021	20	CHILCACCASA- HUAMANGUILLA
21	CQA-022	T21	CQA-022	21	CHILCACCASA- HUAMANGUILLA
22	CQA-029	T22	CQA-029	22	CHIHUAMPAMPA
23	CQA-030	T23	CQA-030	23	ACOSVINCHOS
24	CQA-031	24	CQA-031	24	CHIHUAMPAMPA
25	CQA-032	T25	CQA-032	25	PAMPACHACA-QUINUA
26	CQA-035	T26	CQA-035	26	CHIHUAMPAMPA
27	CQA-036	T27	CQA-036	27	CHIHUAMPAMPA
28	CQA-037	T28	CQA-037	28	CHIHUAMPAMPA
29	CQA-038	T29	CQA-038	29	CCERAYOCC-QUINUA
30	CQA-039	T30	CQA-039	30	CCERAYOCC-QUINUA
31	CQA-040	T31	CQA-040	31	CHIHUAMPAMPA
32	CQA-041	T32	CQA-041	32	CHIHUAMPAMPA
33	CQA-042	T33	CQA-042	33	ANDARACCAY
34	CQA-053	T34	CQA-053	34	HUAMANGUILLA
35	CQA-060	T35	CQA-060	35	IGUAIN-CORA CORA
36	CQA-061	T36	CQA-061	36	CHILCACCASA- HUAMANGUILLA

2.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformada por una planta de quinua, para tal propósito se instaló en 1 surcos de 4 m de largo y 0.80 m de distancia entre surcos; y una densidad de siembra de $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, en el raleo se dejó aproximadamente 15 a 20 plantas por metro lineal.

2.7. CAMPO EXPERIMENTAL

Las características de la unidad experimental se detallan a continuación:

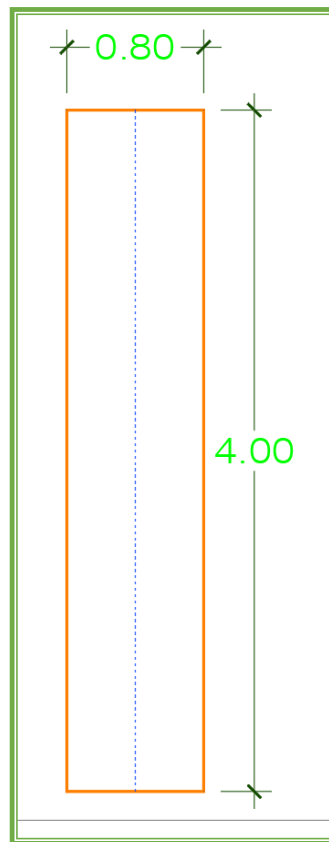


Figura 2.2. Medidas de la unidad experimental.

Área de la parcela experimental : 3.20 m^2

Plantas seleccionadas por parcela : 10 plantas

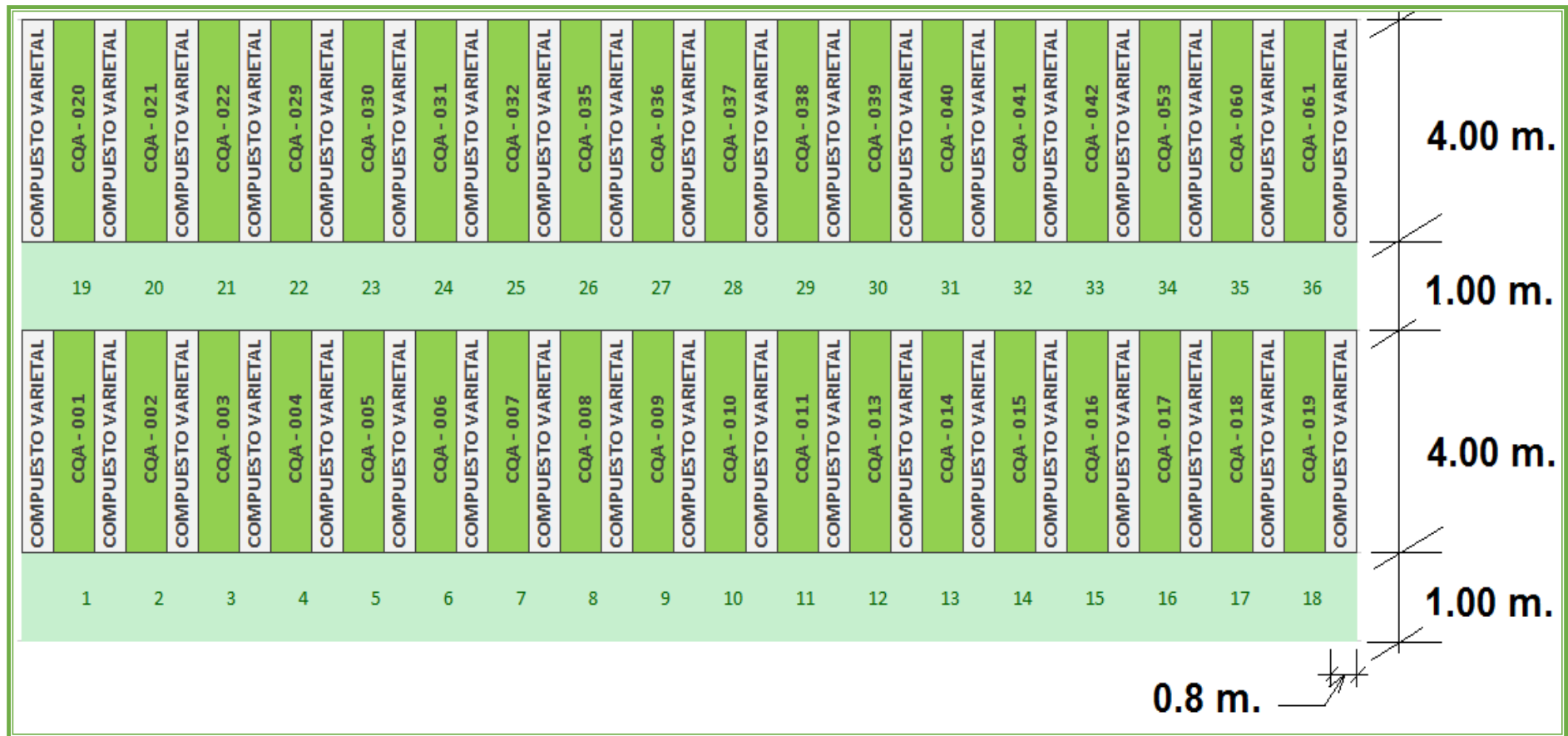


Figura 2.3. Croquis del campo experimental.

2.7.1. Características del campo experimental

- Ancho del campo : 4.0 m
- Largo del campo : 58.40 m
- Distancia entre surcos : 0.80 m
- Número de surcos : 73 (36 parcelas de selección y 37 parcelas de compuesto)
- Área efectiva total : 233.60 m²
- Área total del campo : 350 m²

2.8. TAMAÑO DE MUESTRA

Cada población base estuvo formada mínimo de 64 plantas excepto el compuesto que estuvo formada de 3328 plantas. El tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes formulas.

2.8.1. Tamaño de muestra para caracteres cualitativos

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

Dónde:

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.

2.8.2. Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{64 * 25}{(64-1)\left(\frac{3}{1.96}\right)^2 + 25} = 10$$

Dónde:

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 tomó también 10 plantas.

2.9. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.9.1. Preparación del terreno

Se realizó con una pasada de arado de disco y rastra dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado se realizó el 29 de diciembre del 2009. Luego se realizó el surcado a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos que realizó el 2 de febrero del 2010.

2.9.2. Demarcación y estacado del campo experimental

Para la demarcación del campo experimental se utilizó estacas, los trazos se realizaron con la ayuda de una wincha y cordel según el croquis experimental, el 2 de febrero del 2010.

2.9.3. Fertilización

La fórmula de fertilización empleada en el presente trabajo experimental fue de 80 - 80 - 40 kg.ha⁻¹ de NPK y 105 kg.ha⁻¹ de Guano de Isla, considerando el análisis del suelo y las recomendaciones de la Estación Experimental Canaán (INIA). Se utilizó la Urea (46 % de N) como fuente de nitrógeno, Fosfato Diamónico (18 % N y 46 % P₂O₅) como fuente de nitrógeno y fósforo y Cloruro de Potasio (60 % K₂O) como fuente de potasio, previa a la siembra se mezcló los fertilizantes y se incorporó manualmente a “chorro continuo” al fondo de los surcos, cubriendo luego con una delgada capa de tierra, el nitrógeno se aplicó en 2 partes (en la siembra el 02 de febrero del 2010 y en el aporque el 18 de marzo del 2010). El fósforo y potasio se aplicaron todo a la siembra.

2.9.4. Siembra

Se realizó el 02 de febrero del 2010 con una densidad de siembra de 10 kg.ha⁻¹, depositando la semilla al fondo del surco a chorro continuo y procediendo al tapado.

2.9.5. Riego

El cultivo se condujo bajo condiciones de precipitación pluvial, complementándose con 7 riegos durante el periodo vegetativo del cultivo, por la ausencia de la precipitación. Los riegos se realizaron por gravedad a los 10, 15 y 25 días (11, 16 y 26 de febrero del 2010), 48 días (21 de marzo del 2010), 81 días (23 de abril del 2010), 97 y 102 días (9, 14 de mayo del 2010) después de la siembra.

2.9.6. Control de malezas

Se realizó con la finalidad de evitar la competencia con el cultivo, el control se efectuó manualmente. Durante la conducción de cultivo se realizó dos veces el control de malezas. Esta labor se efectuó a los 25 días (26 de febrero del 2010) y 65 días (07 de abril del 2010) después de la siembra; por consiguiente, se evitó la competencia con el cultivo y se mantuvo limpio el campo experimental.

2.9.7. Raleo

Se realizó antes del aporque a los 40 días (13 de marzo del 2010) después de la siembra, dejando aproximadamente 8 a 10 cm entre plantas. En esta labor se aprovechó para eliminar las plantas atípicas.

2.9.8. Aporque

Se realizó a los 45 días (18 de marzo del 2010) después de la siembra, cuando las plantas presentaron una altura de 25 cm con la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno.

2.9.9. Control fitosanitario

La plaga que se presentó fue la mosca minadora (*Liriomiza brasiliensis*). Se realizó el control después de la emergencia (15 de febrero del 2010) y después del aporque (18 de marzo del 2010), utilizando el producto químico Cyperklin 25 a la dosis de 0.5 l.ha⁻¹.

La enfermedad que se presenta fue el mildiú (*Peronospora farinosa*), se controló con Ridomil Gold MZ 68 WP a 3 kg.ha⁻¹ y Benlate en polvo 0.5 kg.ha⁻¹ el 15 de febrero y 18 de marzo del 2010, respectivamente.

2.9.10. Abonamiento foliar

Se aplicó los abono foliar Grow More 20-20-20 de 3.5 a 4 kg.ha⁻¹ y Bayfolan de 1.5 a 2 l.ha⁻¹, se realizó la aplicación después de la emergencia (15 de febrero del 2010) y después del aporque (18 de marzo del 2010).

2.9.11. Cosecha

Se realizó previa evaluación de la madurez de cosecha, muestreando los surcos de cada cultivar para evaluar el rendimiento. Se cortó cada panoja y guardando las 10 panojas de cada cultivar en costales con sus respectivas etiquetas de identificación y luego se

cosechó los surcos de cada cultivar en costales con sus respectivos códigos. El secado se hizo al aire libre sobre costales, posteriormente se procedió a la trilla en forma manual, luego de ventear se procedió al pesado en una balanza analítica. Esta labor se realizó del 10 al 15 de junio del 2010.

2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

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 se realizó mediante la prueba de Tukey; la selección y respuesta a la selección se analizaron mediante la Regresión Múltiple y Análisis de Variancia en el Diseño Completamente Randomizado para el cálculo de los parámetros genéticos (variancia, ganancia por selección, promedio de la población mejorada y heredabilidad); la caracterización morfológica se analizó mediante métodos de estadística descriptiva.

2.11. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

2.11.1. 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 36 cultivares de quinua (*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 Purpura
- 6 Otros (especifíquense)

✦ **Color de tallo**

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

- 4 Rojo
- 5 Purpura
- 6 Otros (especifíquense)

✦ **Intensidad del color de tallo**

- 3 Claro
- 4 Medio
- 5 Oscuro

4. RAMIFICACIÓN

✦ **Presencia de ramificación (Ver figura 2.4)**

- 0 Ausentes
- + Presentes

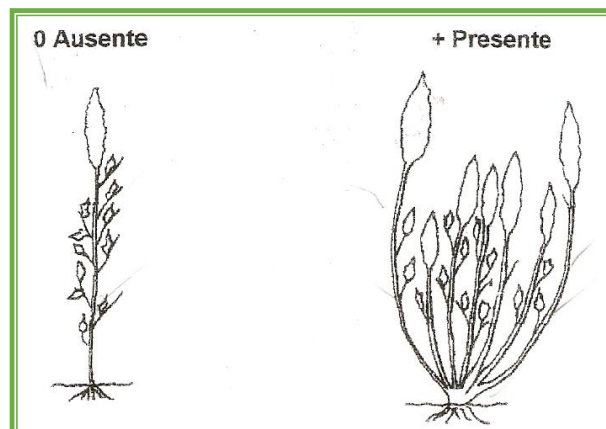


Figura 2.4. Presencia de ramificación.

✦ **Ramas primarias**

Número por planta (ramas que se insertan del tallo principal).

✦ **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 2.5 media en al menos 10 plantas.

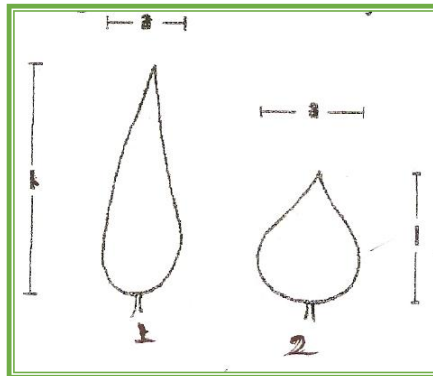


Figura 2.5. Forma de las hojas

✦ **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 basales**

Número de dientes; ver figura 2.6. Media en al menos 10 plantas.

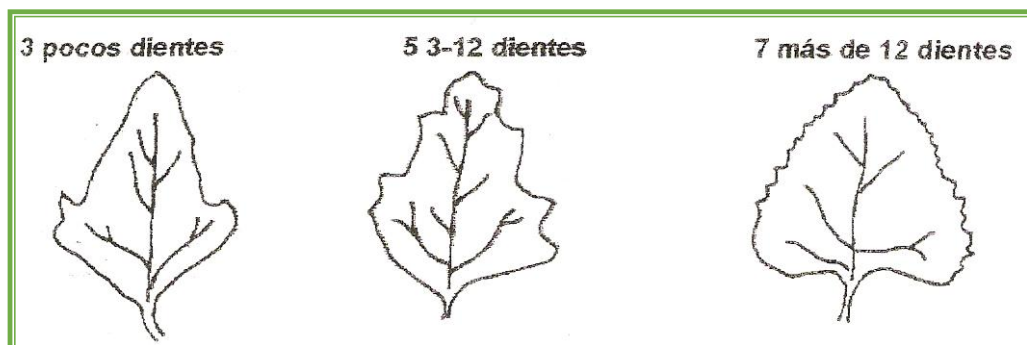


Figura 2.6. Dientes en las hojas basales

✦ **Longitud máxima del peciolo**

En milímetros; ver figura 2.7. Media en al menos 10 plantas, midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta.

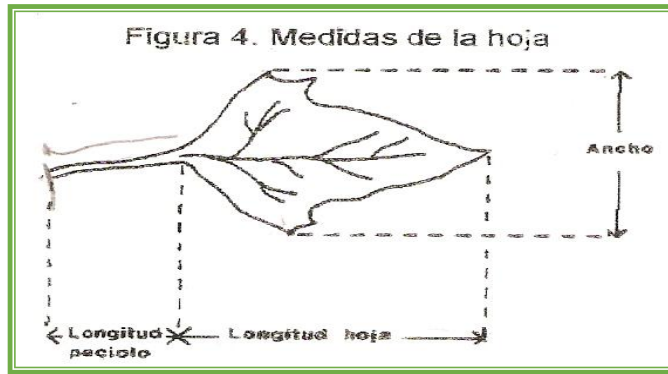


Figura 2.7. Medidas de las hojas

✦ **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 basales**

- 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 lámina (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 Púrpura
- 4 Amarilla
- 5 Anaranjado
- 6 Marrón
- 7 Gris
- 8 Negra
- 9 Roja y Verde
- 10 Otros (especifíquense)

✦ 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 (especifíquense)

✦ **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 2.8.

- 1 Glomerulada
- 2 Amarantiforme

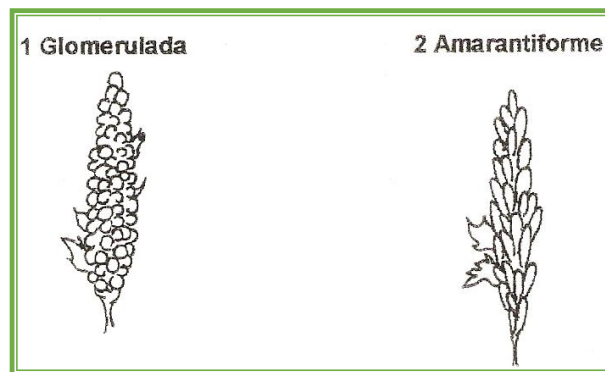


Figura 2.8. Forma de la panoja

✦ **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
- 3 Blanco sucio
- 3 Blanco opaco
- 4 Amarillo claro
- 5 Amarillo intenso
- 6 Anaranjado
- 7 Rosado
- 8 Rojo bermellón
- 9 Guinda
- 10 Café
- 11 Gris
- 12 Negro
- 13 Otros (especifíquense)

✦ 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**

- 1 Cónico
- 2 Cilíndrico
- 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.

✦ **Contenido de Saponina**

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

- 0 Nada

- 3 Poca
- 5 Intermedia
- 7 Bastante

✦ **Sabor de las semillas**

- 0 Libre de saponina
- 3 Dulce
- 5 Intermedio
- 7 Amargo

2.11.2. 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 registró cuando el 50% + 1 de las plántulas habían emergido.
- **Días al estado de cuatro hojas verdaderas (dds).** Se registró cuando el 50% + 1 de las plántulas presentaron cuatro hojas verdaderas.
- **Días a la ramificación (dds).** Se registró 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 registró 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 registró 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 registró 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 registró 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.

2.11.3. Caracteres de productividad

Los caracteres de productividad se evaluaron en 10 plantas de cada familia 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 principal (mm). Se evaluó en la madurez fisiológica, en la parte central del tercio medio de la planta.
- 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 (mm). Se tomó la medida (madurez fisiológica) entre la base de la panoja y el extremo distal de la misma.
- Diámetro de panoja (mm). Se tomó el tercio medio de la panoja (madurez fisiológica).
- Peso de panoja (g). Se cosecharon 7 panojas, las cuales se determinó el peso de panoja (madurez de cosecha).
- Peso de 1000 semillas (g). Se tomó 7 repeticiones de cada familia.
- Tamaño de grano (mm). Se tomó la medida de 7 granos de quinua por familia, los cuales se midieron haciendo uso del Vernier.
- Rendimiento ($\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$). Se determinó el peso del grano trillado, esta medida se expresó en $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$. El rendimiento se determinó cosechando las panojas seleccionadas de la parte central de cada surco, eliminando un metro en cada extremo.

2.12. ANÁLISIS GENÉTICO

2.12.1. 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.

2.12.2. Ganancia por selección y cálculo de la heredabilidad

Esquema del análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Cultivar	35	CMc
Error	216	CMe
Total	251	

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

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

Variancia fenotípica = Variancia ambiental + variancia genética

Cálculo de heredabilidad:

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

Dónde:

h^2 = heredabilidad

$\sigma^2 g$ = Variancia genética

$\sigma^2 e$ = Variancia ambiental

r = Número de repeticiones

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

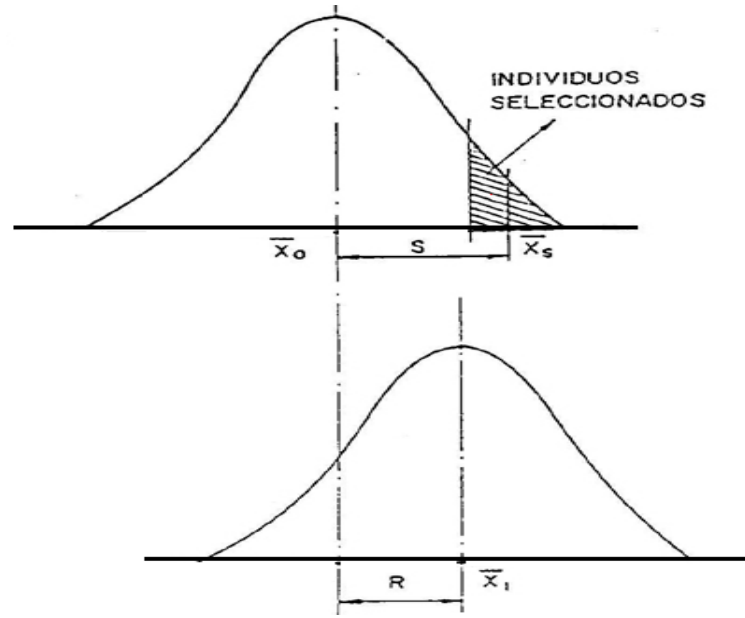
$$GS = \left(\frac{1}{2}\right)(X_s - X_p)h^2$$

Dónde:

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

\bar{X}_p = Promedio del rendimiento poblacional.

h^2 = heredabilidad



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERÍSTICAS DE PRECOCIDAD

Los 36 cultivares de quinua son homogéneas en cuanto a sus características de precocidad (tabla 3.1), así la emergencia ocurre a los 5 a 7 días después de la siembra (dds), 2 hojas entre 8 a 10 dds, 4 hojas entre 15 a 17 dds, 6 hojas entre 20 a 22 dds, ramificación entre 28 a 31 dds, panojamiento entre 45 a 50 dds, floración entre 68 a 74 dds, grano lechoso entre 75 a 80 dds, grano pastoso entre 91 a 102 dds y madurez fisiológica entre los 108 a 125 dds. Considerando la madurez fisiológica los cultivares de quinua de grano amarillo evaluados en el presente estudio se consideran como precoces según Quispe (2013) quien refiere que la categoría de variedades que tienen un rango de madurez fisiológica entre 117 y 145 dds son precoces, independientemente de la altura sobre el nivel del mar en que se desarrolle el cultivo.

Tabla 3.1. Caracteres de precocidad en número de días después de la siembra de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

N°	Cultivar	Emergencia	2 hojas	4 hojas	6 hojas	Ramificación	Panojamiento	Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso	Madurez Fisiológica
1	CQA-001	7	10	17	22	31	49	72	80	98	122
2	CQA-002	5	9	15	20	28	47	69	78	96	108
3	CQA-003	7	10	17	22	31	47	69	78	98	111
4	CQA-004	5	9	17	21	28	45	68	76	96	100
5	CQA-005	5	9	15	20	28	45	68	76	96	100
6	CQA-006	7	10	17	22	31	47	69	76	100	122
7	CQA-007	7	10	17	22	31	49	72	78	102	120
8	CQA-008	7	10	17	22	31	49	72	78	98	111
9	CQA-009	7	10	17	22	31	49	72	78	98	111
10	CQA-010	7	10	17	22	31	49	72	80	98	120
11	CQA-011	7	10	17	22	31	50	73	78	102	122
12	CQA-013	7	10	17	22	31	49	72	80	102	122
13	CQA-014	7	10	17	22	31	49	72	80	102	122
14	CQA-015	5	8	15	20	31	47	70	78	98	108
15	CQA-016	7	10	17	22	31	49	72	78	100	122
16	CQA-017	7	10	17	22	31	49	72	80	102	122
17	CQA-018	7	10	17	22	31	47	69	75	98	101
18	CQA-019	5	9	15	20	29	49	72	80	98	108
19	CQA-020	7	10	17	22	31	49	72	78	102	122
20	CQA-021	7	10	17	22	31	50	74	82	102	124
21	CQA-022	7	10	17	22	31	50	74	82	102	124
22	CQA-029	7	10	17	22	31	49	72	80	102	122
23	CQA-030	7	10	17	22	31	47	69	78	100	112
24	CQA-031	7	10	17	22	31	50	73	78	102	122
25	CQA-032	7	10	17	22	31	50	73	80	102	122
26	CQA-035	7	10	17	22	31	49	72	75	100	112
27	CQA-036	7	10	17	22	31	49	72	76	100	112
28	CQA-037	7	10	17	22	31	50	72	78	102	122
29	CQA-038	7	10	17	22	31	49	72	78	102	122
30	CQA-039	7	10	17	22	31	47	70	76	98	111
31	CQA-040	5	9	15	20	29	47	70	76	98	106
32	CQA-041	7	10	17	22	31	49	72	76	100	112
33	CQA-042	7	10	17	22	31	50	74	82	106	125
34	CQA-053	7	10	17	22	31	49	72	78	100	112
35	CQA-060	7	10	17	22	31	49	72	80	100	112
36	CQA-061	5	8	15	20	29	45	67	76	91	108

3.2. CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

En la tabla 3.2, se tienen los cuadrados medios para caracteres que están relacionadas con la productividad, se deduce que existe diferencia altamente significativa en las fuentes de variación selección y cultivar, estas diferencias se atribuyen a diferencias genéticas entre selecciones o cultivares. Los coeficientes de variación son menores a 20 % en cinco características, valores que son adecuados (Calzada, 1970), también se tienen coeficientes de variación de 28.85% y 38.14% para los caracteres rendimiento y peso de panoja respectivamente, estos valores altos para casos de experimentos, estos se deben a factores no controlados (especialmente factores ambientales) y que afectan a estos dos caracteres; sin embargo se prefiere continuar con los análisis correspondientes debido a la importancia de estos caracteres y también al hecho de haber encontrado diferencia altamente significativa entre selecciones o entre cultivares.

Tabla 3.2. Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm- Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios						
		Altura de planta	Diámetro de tallo principal	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000 semillas	Rendimiento
Cultivar	35	1398,24	46,53	22279,49	1110,98	1234,62	0,5800	319,98
Error	216	304,90	6,90	4469,84	370,07	616,95	0,0957	134,56
Total	251							
CV (%)		9,86	15,96	15,78	19,21	38,14	8,5218	28,85
Promedio		177,03	16,45	423,69	100,14	65,12	3,6302	40,21

3.2.1. Altura de planta

En la tabla 3.3 se puede observar la prueba de Tukey para la altura de planta, considerando los 36 cultivares. Este carácter varía entre 141.4 y 206.9 cm para los cultivares CQA018 y CQA021 respectivamente, se pueden distinguir 3 categorías, 2 cultivares altos (mayor o igual a 200.0 cm), 30 cultivares medianos (entre 163.6 a 196.7 cm) y 4 cultivares bajos (menor o igual a 158.7 cm), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Tabla 3.3. Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Altura de planta (cm.)	Tukey 0.05					
CQA-021	206,9	a					
CQA-053	200,0	a	b				
CQA-011	196,7	a	b	c			
CQA-022	196,1	a	b	c			
CQA-020	195,9	a	b	c			
CQA-037	193,1	a	b	c	d		
CQA-007	186,4	a	b	c	d	e	
CQA-038	186,3	a	b	c	d	e	
CQA-013	185,7	a	b	c	d	e	
CQA-032	185,1	a	b	c	d	e	
CQA-006	184,1	a	b	c	d	e	
CQA-008	183,9	a	b	c	d	e	
CQA-060	183,9	a	b	c	d	e	
CQA-030	181,4	a	b	c	d	e	
CQA-061	180,6	a	b	c	d	e	
CQA-040	179,4	a	b	c	d	e	
CQA-029	178,9	a	b	c	d	e	
CQA-036	178,7	a	b	c	d	e	
CQA-041	177,1	a	b	c	d	e	f
CQA-035	176,1	a	b	c	d	e	f
CQA-001	175,0	a	b	c	d	e	f
CQA-039	172,7	a	b	c	d	e	f
CQA-031	172,6	a	b	c	d	e	f
CQA-015	171,9	a	b	c	d	e	f
CQA-014	171,6	a	b	c	d	e	f
CQA-016	171,1	a	b	c	d	e	f
CQA-009	169,6		b	c	d	e	f
CQA-019	168,6		b	c	d	e	f
CQA-002	168,0		b	c	d	e	f
CQA-010	163,7		b	c	d	e	f
CQA-003	163,6			c	d	e	f
CQA-004	163,6			c	d	e	f
CQA-042	158,7				d	e	f
CQA-017	153,0					e	f
CQA-005	151,7					e	f
CQA-018	141,4						f

Trucios (2007) en Yauli – Huancavelica, observó que el cultivar Nariño mostró 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 con 87.9 cm. Se puede concluir que la altura de planta depende de la variedad, medio ambiente e interacción del factor genético y medioambiental (Mujica, 1993).

3.2.2. Diámetro de tallo principal

En la prueba de Tukey para el diámetro de tallo principal (tabla 3.4), considerando los 36 cultivares, se tiene que este carácter varía entre 11.4 y 21.7 mm para los cultivares QA010 y CQA060 respectivamente, se pueden distinguir 3 categorías, 3 cultivares con valores altos (mayor o igual a 20.6 mm), 27 cultivares con valores medianos (entre 14.1 a 19.6 mm) y 6 cultivares con valores bajos (menor o igual a 13.6 mm), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Para este carácter, Dípaz (2010) observó en Canaán a 2735 msnm – Ayacucho, el diámetro de tallo promedio entre 5.8 y 3.7 mm en 11 cultivares de grano amarillo, valores que están muy por debajo de los promedios del presente estudio. Huancahuari (1996), observó en condiciones de Canaán a 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, en este caso solo el mayor diámetro se encuentra en el rango de los valores del presente estudio. Sulca (1989), menciona que el diámetro del tallo está influenciado por la duración del ciclo vegetativo, factor que no se observa en el trabajo realizado; siendo este un carácter genético e interacción con el medio ambiente

Tabla 3.4. Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de tallo principal de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de tallo (mm.)	Tukey 0.05					
CQA-060	21,7	a					
CQA-020	20,9	a	b				
CQA-038	20,6	a	b				
CQA-022	19,6	a	b	c			
CQA-021	19,4	a	b	c			
CQA-030	19,3	a	b	c			
CQA-036	19,3	a	b	c			
CQA-053	18,6	a	b	c	d		
CQA-011	18,3	a	b	c	d		
CQA-032	17,9	a	b	c	d	e	
CQA-018	17,3	a	b	c	d	e	
CQA-061	17,1	a	b	c	d	e	
CQA-041	17,0	a	b	c	d	e	
CQA-007	17,0	a	b	c	d	e	
CQA-039	16,9	a	b	c	d	e	f
CQA-015	16,7	a	b	c	d	e	f
CQA-031	16,7	a	b	c	d	e	f
CQA-037	16,7	a	b	c	d	e	f
CQA-035	16,6	a	b	c	d	e	f
CQA-040	16,6	a	b	c	d	e	f
CQA-042	16,4	a	b	c	d	e	f
CQA-029	16,3	a	b	c	d	e	f
CQA-013	16,3	a	b	c	d	e	f
CQA-016	16,3	a	b	c	d	e	f
CQA-009	16,0		b	c	d	e	f
CQA-003	15,4		b	c	d	e	f
CQA-019	14,4			c	d	e	f
CQA-002	14,3			c	d	e	f
CQA-008	14,3			c	d	e	f
CQA-001	14,1			c	d	e	f
CQA-017	13,6				d	e	f
CQA-004	12,7					e	f
CQA-014	12,7					e	f
CQA-006	12,6					e	f
CQA-005	11,4						f
CQA-010	11,4						f

3.2.3. Longitud de panoja

En la tabla 3.5 se puede observar la prueba de Tukey para la longitud de panoja, considerando los 36 cultivares. Este carácter varía entre 338.6 y 558.6 mm para los cultivares CQA002 y CQA036 respectivamente, se pueden distinguir 3 categorías, 2 cultivares con valores altos (mayor o igual a 528.6 mm), 24 cultivares con valores medios (entre 387.1 a 517.1 mm) y 10 cultivares con valores bajos (menor o igual a 385.7 mm), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Dípaз (2010) en su 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 Yauli – Huancavelica, muestra que el cultivar Molina 89 es el que alcanza mayor longitud de panoja con 718 mm, muy superior a los resultados del presente estudio, mientras que los cultivares que tuvieron menor longitud fueron Real boliviana y Nariño con 295 mm respectivamente, siendo este resultado inferior al encontrado en el presente experimento. Chocce (1980) observó en los cultivares Cheweca y Kancolla, valores de 309 y 329 mm respectivamente y la variedad Sajama con 218 mm. Las diferencias en la longitud de panoja en cada uno de los cultivares estudiados se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales.

Tabla 3.5. Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Longitud de panoja (mm)	Tukey 0.05							
CQA-036	558,6	a							
CQA-053	528,6	a	b						
CQA-030	525,7	a	b	c					
CQA-022	517,1	a	b	c	d				
CQA-021	498,6	a	b	c	d	e			
CQA-020	488,6	a	b	c	d	e			
CQA-032	481,4	a	b	c	d	e	f		
CQA-040	474,3	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-038	468,6	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-042	445,7	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-031	442,9	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-007	442,9	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-013	438,6	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-041	438,6	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-061	425,7	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-005	425,7	a	b	c	d	e	f	g	
CQA-009	418,6		b	c	d	e	f	g	
CQA-001	415,7		b	c	d	e	f	g	
CQA-008	408,6		b	c	d	e	f	g	
CQA-035	401,4		b	c	d	e	f	g	
CQA-014	397,1		b	c	d	e	f	g	
CQA-029	395,7		b	c	d	e	f	g	
CQA-019	394,3		b	c	d	e	f	g	
CQA-016	391,4		b	c	d	e	f	g	
CQA-011	390,0		b	c	d	e	f	g	
CQA-003	387,1			c	d	e	f	g	
CQA-039	385,7				d	e	f	g	
CQA-015	381,4				d	e	f	g	
CQA-017	380,0				d	e	f	g	
CQA-010	374,3					e	f	g	
CQA-018	370,0					e	f	g	
CQA-004	367,1					e	f	g	
CQA-060	367,1					e	f	g	
CQA-037	348,6						f	g	
CQA-006	338,6							g	
CQA-002	338,6								g

3.2.4. Diámetro de panoja

En la prueba de Tukey para el diámetro de panoja (tabla 3.6), considerando los 36 cultivares, se tiene que este carácter varía entre 74.3 y 125.7 mm para los cultivares CQA042 y CQA021 respectivamente, se pueden considerar 3 categorías, 6 cultivares con valores altos (mayor o igual a 1157 mm), 29 cultivares con valores medianos (entre 77.1 a 111.4 mm) y 1 cultivar con valor bajo (74.3 mm), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Tabla 3.6. Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja (mm)	Tukey 0.05		
CQA-021	125,7	a		
CQA-013	124,3	a		
CQA-020	121,4	a		
CQA-031	118,6	a		
CQA-009	115,7	a	b	
CQA-022	115,7	a	b	
CQA-038	111,4	a	b	c
CQA-004	110,0	a	b	c
CQA-030	108,6	a	b	c
CQA-001	107,9	a	b	c
CQA-008	107,1	a	b	c
CQA-019	105,7	a	b	c
CQA-007	105,7	a	b	c
CQA-015	102,9	a	b	c
CQA-036	102,9	a	b	c
CQA-010	101,4	a	b	c
CQA-039	101,4	a	b	c
CQA-005	100,0	a	b	c
CQA-003	100,0	a	b	c
CQA-006	95,7	a	b	c
CQA-016	95,7	a	b	c
CQA-037	94,3	a	b	c
CQA-018	94,3	a	b	c
CQA-040	94,3	a	b	c
CQA-029	92,9	a	b	c
CQA-011	91,4	a	b	c
CQA-053	90,0	a	b	c
CQA-061	90,0	a	b	c
CQA-014	90,0	a	b	c
CQA-035	88,6	a	b	c
CQA-060	88,6	a	b	c
CQA-041	88,6	a	b	c
CQA-032	87,1	a	b	c
CQA-002	85,7	a	b	c
CQA-017	77,1		b	c
CQA-042	74,3			c

Dipaz (2010) en condiciones de Canaán a 2735 msnm y en quinua de grano amarillo, muestra que el cultivar CQA07 alcanzó mayor diámetro de panoja con 87.0 mm y el cultivar CQA02 con 59.4 mm. Fernández (1986), en Alpachaka observó que la variedad Sajama obtuvo el mayor diámetro de panoja con 32.4 mm y el cultivar Kancolla fue el que obtuvo menor diámetro de panoja con 18.3 mm, inferiores a los cultivares del presente estudio. Se puede indicar que el diámetro de panoja depende del cultivar y de las condiciones medioambientales.

3.2.5. Peso de panoja

En la tabla 3.7 se puede observar la prueba de Tukey para el peso de panoja, considerando los 36 cultivares. Este carácter varía entre 42.9 y 96.7 g para los cultivares CQA005 y CQA022 respectivamente, se pueden considerar 3 categorías, 1 cultivar con valor alto (96.7 g), 32 cultivares con valores medios (entre 47.4 a 85.6 g) y 3 cultivares con valores bajos (menor o igual a 44.4 mm), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Dipaz (2010) para cultivares de grano amarillo y en condiciones de Canaán a 2735 msnm reporta el mayor peso de panoja para el cultivar CQA07 con 35 g y el de menor peso el cultivar CQA02 con 17.3 g, promedios inferiores a los obtenidos en el presente trabajo. Se deduce que la variación del peso de panoja está determinada por factores genéticos y ambientales.

Tabla 3.7. Prueba de Tukey para los promedios de peso de panoja de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de panoja (g)	Tukey 0.05	
CQA-022	96,7	a	
CQA-001	85,6	a	b
CQA-032	83,2	a	b
CQA-040	82,9	a	b
CQA-031	81,6	a	b
CQA-037	77,8	a	b
CQA-007	76,8	a	b
CQA-041	74,9	a	b
CQA-021	74,8	a	b
CQA-030	74,3	a	b
CQA-029	73,0	a	b
CQA-039	72,9	a	b
CQA-036	72,5	a	b
CQA-011	72,2	a	b
CQA-035	71,0	a	b
CQA-061	69,7	a	b
CQA-038	67,4	a	b
CQA-016	66,2	a	b
CQA-013	63,9	a	b
CQA-053	63,3	a	b
CQA-020	60,9	a	b
CQA-015	60,0	a	b
CQA-003	59,0	a	b
CQA-004	57,9	a	b
CQA-002	57,0	a	b
CQA-019	56,2	a	b
CQA-014	54,7	a	b
CQA-009	54,2	a	b
CQA-018	52,9	a	b
CQA-006	51,9	a	b
CQA-010	50,2	a	b
CQA-017	49,5	a	b
CQA-008	47,4	a	b
CQA-042	44,4		b
CQA-060	44,1		b
CQA-005	42,9		b

3.2.6. Peso de 1000 semillas

En la prueba de Tukey para el peso de 1000 semillas (tabla 3.8), considerando los 36 cultivares, se tiene que este carácter varía entre 3.043 y 4.571 g para los cultivares CQA061 y CQA030 respectivamente, se pueden considerar 3 categorías, 2 cultivares con valores altos (mayor o igual a 4.200 g), 25 cultivares con valores medianos (entre 3.443 a 4.086 g) y 9 cultivares con valores bajos (menor o igual a 3.429 g), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Núñez (2012) estudió el peso de 1000 semillas en dos épocas de siembra en Canaán a 2735 msnm (25-11-2010 y 25-12-2010) y cuatro variedades de quinua (Blanca de Junín, Killahuamán, Salcedo INIA y Pasankalla), encontró diferencia significativa para el efecto principal épocas, siendo los promedios de 2.655 y 3.191 para la primera y segunda época respectivamente, también encontró diferencia significativa para el efecto principal variedad, siendo los promedios 3.094, 3.011, 2.827 y 2.761 g respectivamente en orden de las variedades señaladas. Meza (2010) estudio el peso de 1000 semillas en tres cultivares de quinua (Real Boliviana, Q-02367 y Q-21013) y tres fuentes de abonamiento (Estiércol de Vacuno, Gallinaza y Fórmula Química de NPK), se aplicó 7.5 tn/ha, 900 kg/ha y 80N-80P-30K kg/ha respectivamente en orden de las fuentes, encontró diferencia significativa para el efecto principal variedad, con promedios de 4.680, 2.710 y 2.610 g respectivamente en orden de las variedades indicadas, también encontró diferencia significativa en el efecto principal fuentes de abonamiento, siendo los promedios 3.500, 3.290 y 3.220 g respectivamente en orden de las fuentes señaladas. Como se puede apreciar las diferencias en el carácter peso de 1000 semillas son de origen genético y ambiental.

Tabla 3.8. Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de 1000 semillas (g)	Tukey 0.05						
CQA-030	4,571	a						
CQA-029	4,200	a	b					
CQA-003	4,086	a	b	c				
CQA-001	3,929	a	b	c	d			
CQA-019	3,900		b	c	d	e		
CQA-013	3,857		b	c	d	e		
CQA-039	3,814		b	c	d	e	f	
CQA-017	3,771		b	c	d	e	f	
CQA-037	3,771		b	c	d	e	f	
CQA-040	3,757		b	c	d	e	f	
CQA-041	3,743		b	c	d	e	f	
CQA-016	3,700		b	c	d	e	f	
CQA-053	3,700		b	c	d	e	f	
CQA-021	3,700		b	c	d	e	f	
CQA-015	3,686		b	c	d	e	f	g
CQA-022	3,643		b	c	d	e	f	g
CQA-009	3,629		b	c	d	e	f	g
CQA-036	3,614		b	c	d	e	f	g
CQA-002	3,614		b	c	d	e	f	g
CQA-004	3,586		b	c	d	e	f	g
CQA-035	3,586		b	c	d	e	f	g
CQA-007	3,586		b	c	d	e	f	g
CQA-018	3,500			c	d	e	f	g
CQA-005	3,486			c	d	e	f	g
CQA-031	3,486			c	d	e	f	g
CQA-014	3,471			c	d	e	f	g
CQA-020	3,443			c	d	e	f	g
CQA-042	3,429				d	e	f	g
CQA-032	3,414				d	e	f	g
CQA-006	3,414				d	e	f	g
CQA-038	3,386				d	e	f	g
CQA-008	3,386				d	e	f	g
CQA-060	3,357				d	e	f	g
CQA-011	3,257					e	f	g
CQA-010	3,171						f	g
CQA-061	3,043							g

3.2.7. Rendimiento de grano

En la prueba de Tukey para el rendimiento de grano (tabla 3.10), considerando los 36 cultivares, se tiene que este carácter varía entre 4.754 y 9.982 tn/ha para los cultivares CQA005 y CQA040 respectivamente, se pueden considerar 3 categorías, 5 cultivares con valores altos (mayor o igual a 9.318 tn/ha), 30 cultivares con valores medianos (entre 5.111 a 8.865 tn/ha) y 1 cultivar con valor bajo (4.754 tn/ha), dentro de cada grupo no existe diferencia significativa.

Tabla 3.9. Prueba de Tukey para los promedios rendimiento de grano de 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Rendimiento tn/ha	Tukey 0.05		
CQA-040	9,982	a		
CQA-036	9,827	a		
CQA-021	9,455	a	b	
CQA-020	9,417	a	b	
CQA-031	9,318	a	b	
CQA-032	8,865	a	b	c
CQA-007	8,770	a	b	c
CQA-037	8,394	a	b	c
CQA-011	8,261	a	b	c
CQA-018	8,220	a	b	c
CQA-030	8,152	a	b	c
CQA-038	8,048	a	b	c
CQA-022	7,958	a	b	c
CQA-019	7,942	a	b	c
CQA-039	7,935	a	b	c
CQA-041	7,842	a	b	c
CQA-001	7,806	a	b	c
CQA-053	7,745	a	b	c
CQA-061	7,511	a	b	c
CQA-002	7,417	a	b	c
CQA-013	7,370	a	b	c
CQA-035	7,369	a	b	c
CQA-029	7,341	a	b	c
CQA-014	6,730	a	b	c
CQA-010	6,629	a	b	c
CQA-008	6,614	a	b	c
CQA-060	6,604	a	b	c
CQA-015	6,547	a	b	c
CQA-016	6,490	a	b	c
CQA-006	6,434	a	b	c
CQA-003	6,373	a	b	c
CQA-004	6,368	a	b	c
CQA-042	5,909	a	b	c
CQA-009	5,901	a	b	c
CQA-017	5,111		b	c
CQA-005	4,754			c

Núñez (1994) en condiciones de Canaán – INIA, obtuvo un máximo rendimiento de 3007 kg/ha con el cultivar Ayacuchana y un mínimo de 1002 kg/ha con el cultivar Roja Coporaque; Huancahuari (1996) obtuvo el máximo rendimiento con el cultivar Mantaro con 8721.1 kg/ha y el cultivar CH-06-91 obtuvo menor rendimiento con 2516.9 kg/ha, Choquecahua (2010) evaluó en Canaán a 2735 msnm el primer ciclo de selección en cultivares de grano blanco, encontró valores de rendimiento de grano entre 8171 y 2375 kg/ha para los cultivares CQA025 y CQA051 respectivamente, estos mismos cultivares obtuvieron un rendimiento de grano de 6719 y 5846 kg/ha (Amiquero, 2014). Núñez (2012) estudió el rendimiento de grano en dos épocas de siembra en Canaán a 2735 msnm (25-11-2010 y 25-12-2010) y cuatro variedades de quinua (Blanca de Junín, Killahuamán, Salcedo INIA y Pasankalla) encontró diferencia significativa para el efecto principal épocas, siendo los promedios de 1587 y 1847 kg/ha para la primera y segunda época respectivamente, también encontró diferencia significativa para el efecto principal variedad, siendo los promedios 2485, 1818, 1355 y 1191 kg/ha respectivamente en orden de las variedades señaladas; también obtuvo efectos de interacción de épocas x variedades, siendo el mejor resultado de un rendimiento de 2679 kg/ha con la variedad Blanca de Junín en la siembra del 25-12-10 y el rendimiento más bajo de 963 kg/ha con la variedad Pasankalla en la siembra del 25-11-10. Fernández (1986), afirma que el mayor rendimiento se debe a la adaptación a la zona de estudio, y depende también de caracteres relacionados como la longitud y diámetro de panoja. Como se puede apreciar, los rendimientos en el presente estudio son muy buenos para las condiciones de Canaán, se tiene que el promedio general del rendimiento de grano fue de 7539 kg/ha.

3.3. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

3.3.1. Selección por caracteres

El método Stepwise permite la selección de caracteres de productividad relacionados con el rendimiento de grano de la quinua de grano blanco, este método se presenta en la tabla 3.11, indica que los caracteres independientes relacionados con alta significación estadística con el rendimiento de grano (carácter dependiente) son: diámetro de tallo, peso de panoja, longitud de panoja y altura de planta, esta metodología permite establecer el modelo de regresión lineal múltiple con cuatro de un total de siete caracteres independientes considerados en el análisis.

Choquecagua (2010) evaluó en Canaán a 2735 msnm el primer ciclo de selección en quinua de grano blanco, encontró relación significativa del rendimiento de grano con altura de planta y peso de panoja. Dipaz (2010) al evaluar 11 cultivares de quinua de grano amarillo, mediante el método Stepwise encontró relación significativa del rendimiento de grano con el diámetro de panoja, peso de panoja, Amiquero (2014) en quinua de grano blanco encontró significación estadística del rendimiento con longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja y peso de 1000 semillas; en estos estudios el carácter peso de panoja está relacionado con el rendimiento resultado similar al presente estudio, sin embargo la relación de los otros caracteres con el rendimiento es diferente en cada situación. Se puede señalar que los estudios se desarrollaron en diferentes épocas y este hecho es determinante en la expresión de los caracteres que están relacionados con el rendimiento.

Tabla 3.10. Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del diámetro de tallo, peso de panoja, longitud de panoja y altura de planta sobre el rendimiento en quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Regresión	4	273,91	68,48	14,82 **
Error	247	1141,65	4,62	
Total	251	1415,57		

Tabla 3.11. Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple de la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja y peso de panoja sobre el rendimiento de grano por hectárea en quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	F calculado
Termino independiente	-0,1421	1,2178	0,06	0,010
Altura de planta	0,0141	0,0070	18,67	4,040 *
Diámetro de tallo	0,1560	0,0422	63,24	13,680 **
Longitud de panoja	0,0038	0,0018	21,73	4,700 *
Peso de panoja	0,0156	0,0054	39,20	8,480 **

Los coeficientes de regresión presentados en la tabla 3.12 son significativos o altamente significativos, este resultado permite establecer el modelo de regresión lineal múltiple siguiente: Rendimiento = -0.1421 + 0.0141 (Diámetro de tallo) + 0.1560 (Peso de panoja) + 0.0038 (Longitud de panoja) + 0.0156 (Altura de planta). Los coeficientes de regresión señalados, permiten aproximar los valores de rendimiento de grano que se incrementan por cada unidad de los caracteres independientes, así por cada milímetro adicional del diámetro de tallo el rendimiento de grano se incrementa en 14.1 kg/ha, por cada gramo adicional del peso de panoja, el rendimiento se incrementa en 156 kg/ha, por cada milímetro adicional de la longitud de panoja, el rendimiento se incrementa en 3.8 kg/ha y por cada centímetro adicional de altura de planta, el rendimiento se incrementa en 15.6 kg/ha.

Tabla 3.12. Resumen de selección de Stepwise con las variables diámetro de tallo, peso de panoja, longitud de panoja y altura de planta incluidas en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable seleccionada	Variable incluida	R ² parcial	R ² modelo	F calculado	
Diámetro de tallo	1	0,1105	0,1105	31,050	**
Peso de panoja	2	0,0501	0,1606	14,870	**
Longitud de panoja	3	0,0197	0,1803	5,960	*
Altura de planta	4	0,0132	0,1935	4,040	*

Los coeficientes de determinación presentados en la tabla 3.13 (resumen de selección de Stepwise) permiten establecer los caracteres independientes de mayor importancia que explican la variación del rendimiento, así el 11.05% de la variación del rendimiento (tn/ha) esta explicado por el diámetro de tallo (mm), el 16.06% de la variación del rendimiento esta explicado por el peso de panoja (g) luego de incluido el diámetro de tallo, el 18.03% de la variación del rendimiento esta explicado por la longitud de panoja (mm) luego de incluido el diámetro de tallo y peso de panoja y el 19.35% de la variación del rendimiento esta explicado por la altura de planta (cm) luego de incluido el diámetro de tallo, el peso de panoja y la longitud de panoja en el modelo de regresión lineal múltiple, en resumen el 19.35% de la variación del rendimiento están explicadas por el conjunto de las cuatro variables independientes.

Dipaz (2010) en su estudio de 11 cultivares de quinua de grano amarillo, encontró que los caracteres más importantes que explican la variación del rendimiento, medido mediante el coeficiente de determinación son peso de panoja, diámetro de panoja y tamaño de grano; mientras que Choquecagua (2010) señala a los caracteres altura de planta y peso de panoja; en el presente experimento son cuatro los caracteres que explican mejor la variación del rendimiento, por lo que se recomienda que la selección para mejorar el rendimiento de grano se realice considerando el peso de panoja.

Tabla 3.13. Rendimiento estimado de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo para valores diferentes de peso de panoja y diámetro de tallo, con valores promedio de altura de planta (177 cm) y longitud de panoja (423.70 mm). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Diámetro de tallo (mm)	Peso de panoja (g)				
	12	54	96	138	180
9	5,553	6,225	6,897	7,569	8,241
13	6,177	6,849	7,521	8,193	8,865
17	6,801	7,473	8,145	8,817	9,489
21	7,425	8,097	8,769	9,441	10,113
25	8,049	8,721	9,393	10,065	10,737

Si fijamos los valores de longitud de panoja y altura de planta en sus valores promedios, vale decir 423.7 mm y 177 cm respectivamente, y reemplazamos estos valores en el modelo de regresión múltiple: Rendimiento = -1.7607 + 0.0024 (Longitud de panoja) + 0.0120 (Diámetro de panoja) + 0.0391 (Peso de panoja) + 0.7168 (Peso de 1000 semillas), se tiene un nuevo modelo: Rendimiento = 3.957 + 0.156 (Diámetro de tallo) + 0.016 (Peso de panoja), considerando este último modelo se tienen incrementos importantes del rendimiento (tn/ha) cuando se incrementan el peso de panoja (g) y el diámetro de tallo (mm), que son del orden de 5.553 a 10.737 tn/ha, este último valor se considera como el potencial de rendimiento con valores de 25 mm de diámetro de tallo, 180 g de peso de panoja, sin embargo dado la variación del material genético se puede señalar que el verdadero potencial de rendimiento está alrededor del promedio de los valores de rendimiento, vale decir 7.539 tn/ha.

Considerando el modelo de regresión lineal múltiple reducido, en la figura 3.1 se aprecia el incremento del rendimiento de grano para panojas de 9 y 25 mm de diámetro de tallo y 12 a 180 g de peso de panoja.

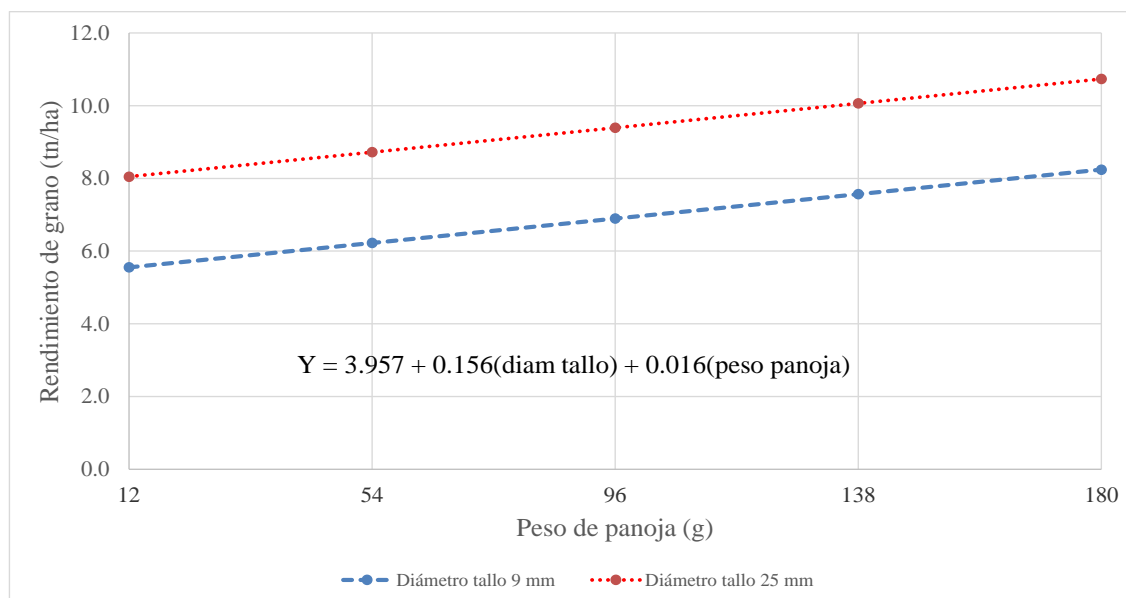


Figura 3.1. Regresión lineal múltiple del rendimiento de grano (tn/ha) sobre el peso de panoja (g) y diámetro de tallo (mm) en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

3.3.2. Respuesta a la selección

La diferencia altamente significativa en la fuente de variación cultivar de la tabla 3.15, se puede atribuir a diferencias genéticas para el rendimiento de grano. La heredabilidad para este carácter fue de 58 %, en otros términos, la variancia genética de 0.93 (tn/ha)^2 representa el 58 % de la variancia total o fenotípica que es 1.61 (tn/ha)^2 , el valor de la heredabilidad es alto por lo que es recomendable efectuar la práctica de la selección fenotípica de las mejores panojas de los 36 cultivares para el mejoramiento del rendimiento de grano.

Choquecagua (2010) evaluó en Canaán a 2735 msnm el primer ciclo de selección en cultivares de quinua de grano blanco, encontró una mayor ganancia por selección en los cultivares CQA043, CQA024, CQA023 con 0.704, 0.695 y 0.615 tn/ha, respectivamente, el cual representa un 9, 9 y 13 por ciento de mejora respecto al promedio población, Amiquero (2014) en los mismos cultivares encontró ganancias por selección de 0.505, 0.614 y 0.315 tn/ha respectivamente.

Tabla 3.14. Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	
Cultivar	35	393,71	11,25	2,38	**
Error	216	1021,85	4,73		
Total	251	1415,57			

Variancia ambiental	0,68
Variancia genética	0,93
Variancia fenotípica	1,61
Heredabilidad	0,58

En la tabla 3.16, Se espera en la población descendiente de las selecciones un porcentaje de mejora entre 3 a 12 % que representan incrementos en el rendimiento entre 0.217 a 0.693 tn/ha y en promedio de todas las ganancias por selección se espera un incremento de 0.509 tn/ha que representa un 6.7 % de mejora.

Tabla 3.15. Promedio del rendimiento de grano (tn/ha) y ganancia por selección en 36 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
CQA-040	11,054	9,982	0,311	10,293	3
CQA-036	11,976	9,827	0,623	10,450	6
CQA-021	11,761	9,455	0,669	10,124	7
CQA-020	11,690	9,417	0,659	10,076	7
CQA-031	11,851	9,318	0,735	10,053	8
CQA-032	10,874	8,865	0,583	9,448	7
CQA-007	10,516	8,770	0,506	9,276	6
CQA-037	10,241	8,394	0,536	8,930	6
CQA-011	9,938	8,261	0,486	8,747	6
CQA-018	10,410	8,220	0,635	8,855	8
CQA-030	9,218	8,152	0,309	8,461	4
CQA-038	9,715	8,048	0,483	8,531	6
CQA-022	10,328	7,958	0,687	8,645	9
CQA-019	9,689	7,942	0,507	8,449	6
CQA-039	9,857	7,935	0,557	8,492	7
CQA-041	8,589	7,842	0,217	8,059	3
CQA-001	9,317	7,806	0,438	8,244	6
CQA-053	9,465	7,745	0,499	8,244	6
CQA-061	10,314	7,511	0,813	8,324	11
CQA-002	9,043	7,417	0,471	7,888	6
CQA-013	10,150	7,370	0,806	8,176	11
CQA-035	10,043	7,369	0,775	8,144	11
CQA-029	8,483	7,341	0,331	7,672	5
CQA-014	8,868	6,730	0,620	7,350	9
CQA-010	8,300	6,629	0,485	7,114	7
CQA-008	8,494	6,614	0,545	7,159	8
CQA-060	7,396	6,604	0,230	6,834	3
CQA-015	8,174	6,547	0,472	7,019	7
CQA-016	7,706	6,490	0,353	6,843	5
CQA-006	8,365	6,434	0,560	6,994	9
CQA-003	8,136	6,373	0,511	6,884	8
CQA-004	7,086	6,368	0,208	6,576	3
CQA-042	7,294	5,909	0,402	6,311	7
CQA-009	8,292	5,901	0,693	6,594	12
CQA-017	6,466	5,111	0,393	5,504	8
CQA-005	5,533	4,754	0,226	4,980	5

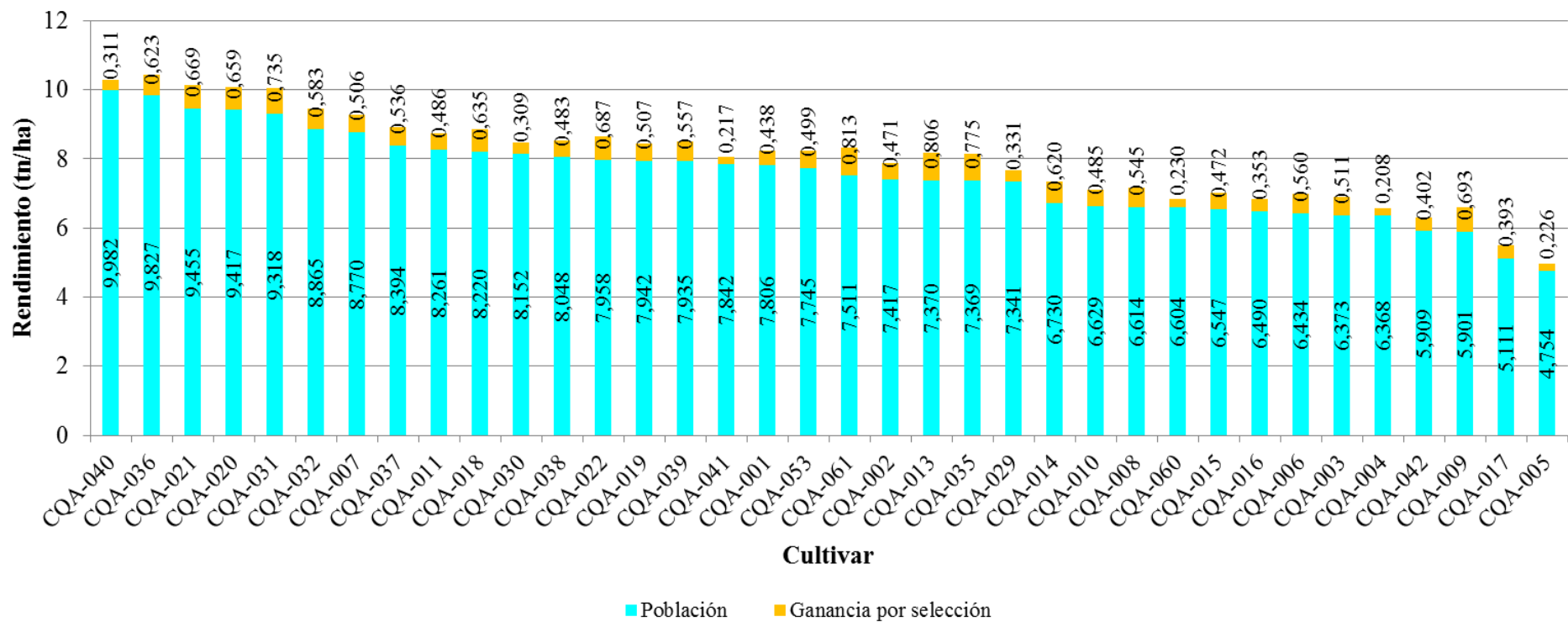


Figura 3.2. Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano amarillo. Canaán 2735 m.s.n.m. Ayacucho.

En la figura 3.2 se aprecia que el cultivar de mayor rendimiento es CQA040 con 9.982 tn/ha y el cultivar de menor rendimiento es CQA005 con 4.754 tn/ha, estos rendimientos son buenos para las condiciones de Canaán (2735 msnm), el cultivar de menor porcentaje de mejora es CQA004 (3%) y el de mayor porcentaje de mejora es CQA009 (12%), este resultado se debe al diferencial de selección en cada cultivar, menor en la primera y mayor en la segunda.

CONCLUSIONES

1. Los 36 cultivares de quinua de grano amarillo evaluados se consideran como precoces, con madurez fisiológica promedio de 116 días después de la siembra.
2. Los caracteres de productividad entre cultivares se diferencian con alta significación estadística, estas diferencias tienen origen genético y ambiental. La altura de planta varía entre 141.4 y 206.9 cm, el diámetro del tallo principal varía entre 11.4 y 21.7 mm, la longitud de panoja varía entre 338.6 y 558.6 mm, el diámetro de panoja varía entre 74.3 y 125.7 mm, el peso de 1000 semillas varía entre 3.043 y 4.571 g, el peso de panoja varía entre 42.9 y 96.7 mm y el rendimiento de grano varía entre 4.754 y 9.982 tn.ha⁻¹
3. El 19.35% de la variación del rendimiento de grano (tn.ha⁻¹) está explicadas significativamente por el conjunto de cuatro variables independientes, el 11.05 % de la variación del rendimiento está explicado por el diámetro de tallo (mm), el 5.01 % de la variación del rendimiento está explicado por el peso de panoja (g) luego de incluido el diámetro de tallo, el 1.97 % de la variación del rendimiento está explicado por longitud de panoja (mm) luego de incluido el diámetro de tallo y el peso de panoja y el 1.32% de la variación del rendimiento está explicado por la altura de planta (cm) luego de incluido el diámetro de tallo, el peso de panoja y la longitud de panoja, en el modelo de regresión lineal múltiple.
4. La variancia genética para el rendimiento de grano fue de 0.93 (tn.ha⁻¹)², representa el 58% de la variancia total o fenotípica que es 1.61 (tn.ha⁻¹)².
5. Se espera en la población descendiente de las selecciones un porcentaje de mejora entre 3 a 12% que representan incrementos en el rendimiento entre 0.217 a 0.693 tn/ha y en promedio de todas las ganancias por selección se espera un incremento de 0.509 tn/ha que representa un 6.7% de mejora.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con el tercer ciclo de selección de quinua de grano amarillo, mediante la siembra y selección de las mejores panojas del presente estudio.
2. Formar un compuesto con las mejores panojas de quinua de grano amarillo, con fines de realizar ensayos de rendimiento en comparación con variedades comerciales y en pisos ecológicos.
3. Finalmente, los resultados obtenidos en este trabajo, no deberán ser considerados como definitivos, puesto que es un estudio que tiene continuidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALANDIA *et al.*, 1979; Salas, 1986; Otazú, 1995; Ames y Danielsen, 1999; Mujica *et al.*, 1999; Danielsen *et al.*, *in prensa*. Enfermedades en: Quinoa y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. Pp. 137-148.
- APAZA, M. y DELGADO, M. 2005. Manejo y Mejoramiento de Quinoa Orgánica. Serie Manual N° 01. INIA. Puno, Perú.
- BONIFACIO, A., MUJICA A., ÁLVAREZ A. y ROCA W. 2001. Mejoramiento genético, germoplasma y producción de semilla. En: FAO, Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.
- CANAHUA, A. 1992. Comportamiento y potencialidades de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno, Perú. La Paz, Bolivia.
- CARI, A. 1994. Efectos de la salinidad y fertilización potásica en dos variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). UNA. FCA. Puno, Perú 130 p.
- CHOCCE, P. 1980. Comparativo de Cuatro Variedades Comerciales de “Quinoa” (*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.
- CHOQUECAHUA F. A. 2010. Caracterización y selección de poblaciones varietales de quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- DANIELSEN, S. y Ames, T. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona andina. Centro Internacional de la Papa, Lima, Peru, 32 pp.
- DANIELSEN, S.; S-E. Jacobsen y A. Mujica. 2000a. Susceptibilidad al mildiu (*Peronospora farinosa*) y pérdida de rendimiento en ocho cultivares de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: Resumen II Congreso Internacional de Agricultura en Zonas Áridas. Iquique, Chile. p. 59.
- DANIELSEN, S; L. Munk y R. Nelson. 2000b. AFLP and virulence markers for the characterization of *Peronospora farinosa* isolates from quinoa. Simposio Durable Disease Resistance, Nov. 28 Dic. 1 2000, Ede Wageningen.
- DELGADO, P. 1989. Determinación taxonómica y porcentaje de parasitismo del insecto benéfico sobre Kcona Kcona en quinoa. UNA. Puno, Perú. 45 p.

- DIPAZ, B. 2010. Caracterización y Evaluación de Poblaciones de Quinoa de grano Amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm- Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónoma. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- FAO/RLAC/UNA. 1998. Prueba Americana y Europea de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Libro de campo. ORALE-DPPP, UNA.
- FERNANDEZ, T. 1986. Comparativo de Rendimiento de Seis Variedades y dos Líneas de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), en condiciones de Allpachaka a 3600 msnm. Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- GALLARDO, *et al.*; 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. Lilloa 39,1.
- GANDARILLAS, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). La Paz, Bolivia.
- GÓMEZ, L. 2011. Catálogo del banco de germoplasma de quinoa. UNALM, Programa de Cereales y Granos Nativos.
- HEISER, C. y D. NELSON, 1974. On the origin of the cultivated Chenopods (*Chenopodium*). Genetics 78: 503-505.
- HUANCAHUARI, E. 1996. Caracterización y Evaluación del Rendimiento de 14 Cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Canaán, a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- IBAÑES, R. y AGUIRRE, G. 1983. Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- LEON, J. 2003. Cultivo de la Quinoa en Puno Perú. Descripción, Manejo y Producción. Puno, Perú. Setiembre.
- LESCANO. J. 1994. Genética y Mejoramiento de Cultivos Altoandinos. Quinoa, Kañiwa, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Puno, Perú.
- MEZA V. E. 2010. Efecto del abonamiento orgánico y sintético en tres cultivares de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- MUJICA, A. 1993. Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- MUJICA, A. 1997. Cultivo de Quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 1-97. Lima, Perú.
- MUJICA, A. et al. 1998. Libro de Campo. Prueba Americana y Europea de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Puno, Perú.
- MUJICA, A. 1999. La Quinua. UNA. Puno, Perú. 19 p.
- NUÑEZ CH. W. 2012. Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Sin publicar.
- PEREZ, A. 2005. Manejo del Cultivo de Quinua en la Sierra Central. serie manual N° 01. INIA. Lima, Perú.
- POEHLMAN, J. y ALLEN, D. 2005. Mejoramiento de las Cosechas. Editorial Limusa. 2da edición. México.
- PULGAR, J. 1954. La Quinua en Colombia. Ministerio de Agricultura. Publicación N° 08.
- QUISPE T., J. A.; VILLANTOY P. A.; YZARRA T. W. y NUÑEZ CH. W. 2013. Crecimiento y desarrollo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). I Encuentro regional de Quinua. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Facultad de Ciencias Agrarias.
- REA, J. 1969. Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). UNA. Puno, Perú. 112 p.
- ROBLES, R. 1995. Diccionario Genético y Fitogenético. Editorial Trillas- México D.F.
- SALIS, A. 1985. Cultivos Andinos ¿Alternativa Alimentaria Popular? Centro de Estudios rurales Andinos Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.
- SARAVIA, R. 1990. La androesterilidad en Quinua y forma de herencia. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia 139 p.
- 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.

- TAPIA, M. *et al.* 1979. La Quinoa y la Kañiwa. Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia.
- TRUCIOS, A. 2007. Comparativo de 25 cultivares de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a 3800 msnm, en el distrito de Yauli-Huancavelica. Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- ZEVALLLOS, D. 1984. Manual de Horticultura para el Perú. Ediciones Manfer. S.A. Barcelona, España.

BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL

1. DE BRUIN 1964, citado por J. LEÓN. 2003 Disponible en:
<http://laquinua.blogspot.com/2007/08/descriptores-de-quinoa-2003.html>
 Consultado el: 12/09/2011
2. HUMBOLDT 1942, citado por A. MUJICA 1993. El cultivo de quinoa. Disponible en: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=12134>
 Consultado el: 15/05/2011
3. JACOBSEN *et al.*; 1998; QUISPE & JACOBSEN, 1999. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. Disponible en:
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/pH/libro03/home03.htm>
 Consultado el: 28/08/2011
4. MINAG, 2010 Estadística Agraria Mensual y Anual. Disponible en:
<http://laquinua.blogspot.com/2011/08/producción-regional-y-nacional-de-la-quinoa.html>
 Consultado el: 23/10/2014
5. PALMA (SF). Origen de la Quinoa del Altiplano Disponible en:
www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/origen/index.html
 Consultado el: 15/05/2011
6. REPO-CARRASCO *et al*; 2001. Import the Quinoa. Disponible en:
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/14/cap1.2.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Caracterización morfológica de los diferentes cultivares de quinua

Tabla 1. Características morfológicas del cultivar CQA-001 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-001
Procedencia	: Patibamba
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 175,0 cm
Longitud de panoja	: 415,7 mm
Diámetro de panoja	: 107,9 cm
Peso de panoja	: 85,6 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.14%
Peso de 1000 semillas	: 3,929 g
Rendimiento	: 7,806 tn.ha ⁻¹



Figura 1. Cultivar CQA-001.

Tabla 2. Características morfológicas del cultivar CQA-002 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-002
Procedencia	: Chilinga
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciado
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 168,0 cm
Longitud de panoja	: 338,6 mm
Diámetro de panoja	: 85,7 mm
Peso de panoja	: 57,0 g
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.17%
Peso de 1000 semillas	: 3,614 g
Rendimiento	: 7,417 tn.ha ⁻¹



Figura 2. Cultivar CQA-002.

Tabla 3. Características morfológicas del cultivar CQA-003 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-003
Procedencia	: Tranca
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 163,6 cm
Longitud de panoja	: 387,1 mm
Diámetro de panoja	: 100,0 mm
Peso de panoja	: 59,0 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.23 %
Peso de 1000 semillas	: 4,086 g
Rendimiento	: 6,373 tn.ha ⁻¹

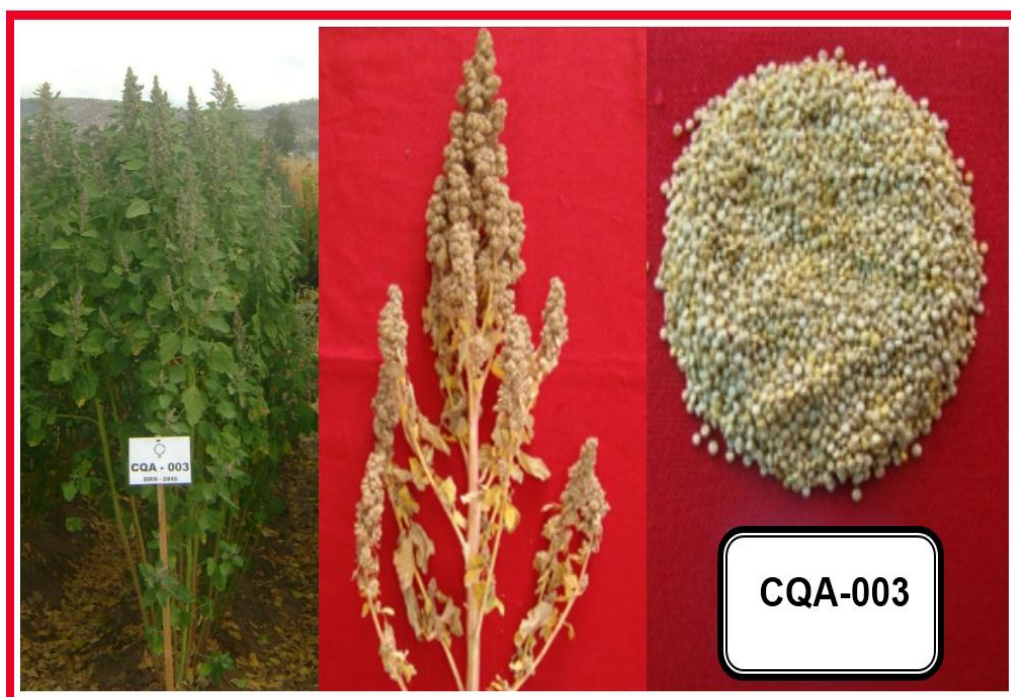


Figura 3. Cultivar CQA-003.

Tabla 4. Características morfológicas del cultivar CQA-004 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-004
Procedencia	: Chihuanpampa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 163,6 cm
Longitud de panoja	: 367,1 mm
Diámetro de panoja	: 110,0 mm
Peso de panoja	: 57,9 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.18 %
Peso de 1000 semillas	: 3,586 g
Rendimiento	: 6,368 tn.ha ⁻¹



Figura 4. Cultivar CQA-004.

Tabla 5. Características morfológicas del cultivar CQA-005 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-005
Procedencia	:	Chihuanpampa
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Anaranjado
Tipo de panoja	:	No diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	151,7 cm
Longitud de panoja	:	425,7 mm
Diámetro de panoja	:	100,0 mm
Peso de panoja	:	42,9 g
Densidad de panoja	:	Compacta
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.14%
Peso de 1000 semillas	:	3,486 g
Rendimiento	:	4,754 tn.ha ⁻¹

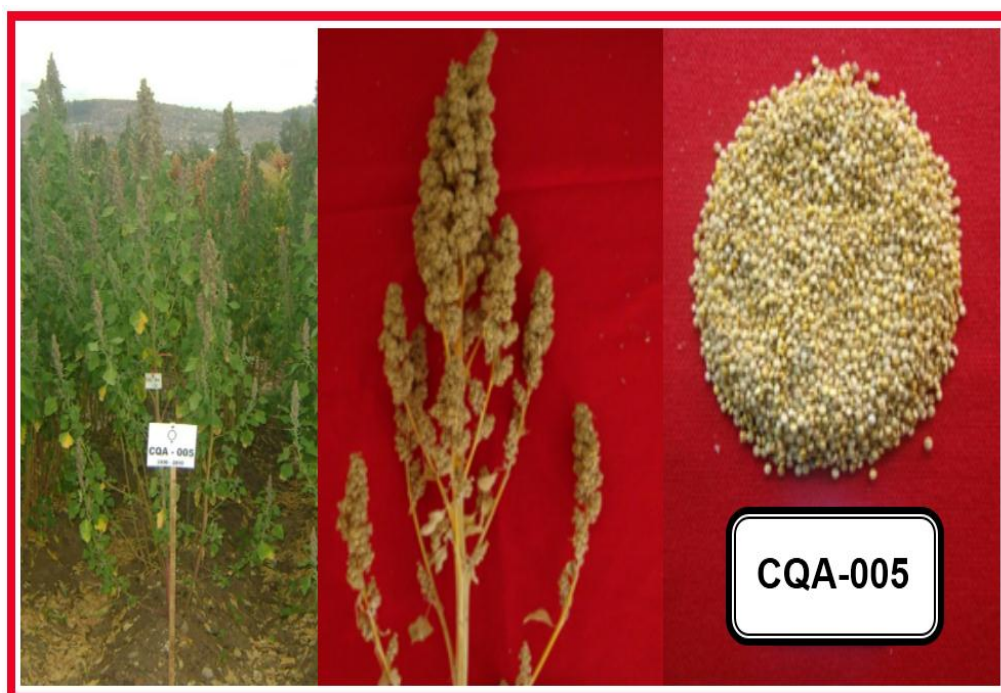


Figura 5. Cultivar CQA-005.

Tabla 6. Características morfológicas del cultivar CQA-006 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-006
Procedencia	: Ccochachini
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Amarillo
Tipo de panoja	: Diferenciado
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 184,1 cm
Longitud de panoja	: 338,6 mm
Diámetro de panoja	: 95,7 mm
Peso de panoja	: 51,9 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.16 %
Peso de 1000 semillas	: 3,414 g
Rendimiento	: 6,434 tn.ha ⁻¹



Figura 6. Cultivar CQA-006.

Tabla 7. Características morfológicas del cultivar CQA-007 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-007
Procedencia	: Cora Cora
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 186,4 cm
Longitud de panoja	: 442,9 mm
Diámetro de panoja	: 105,7 mm
Peso de panoja	: 76,8 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.14%
Peso de 1000 semillas	: 3,586 g
Rendimiento	: 8,770 tn.ha ⁻¹



Figura 7. Cultivar CQA-007.

Tabla 8. Características morfológicas del cultivar CQA-008 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-008
Procedencia	: Ccochani
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 183,9 cm
Longitud de panoja	: 408,6 mm
Diámetro de panoja	: 107,1 mm
Peso de panoja	: 47,4 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.22 %
Peso de 1000 semillas	: 3,386 g
Rendimiento	: 6,614 tn.ha ⁻¹

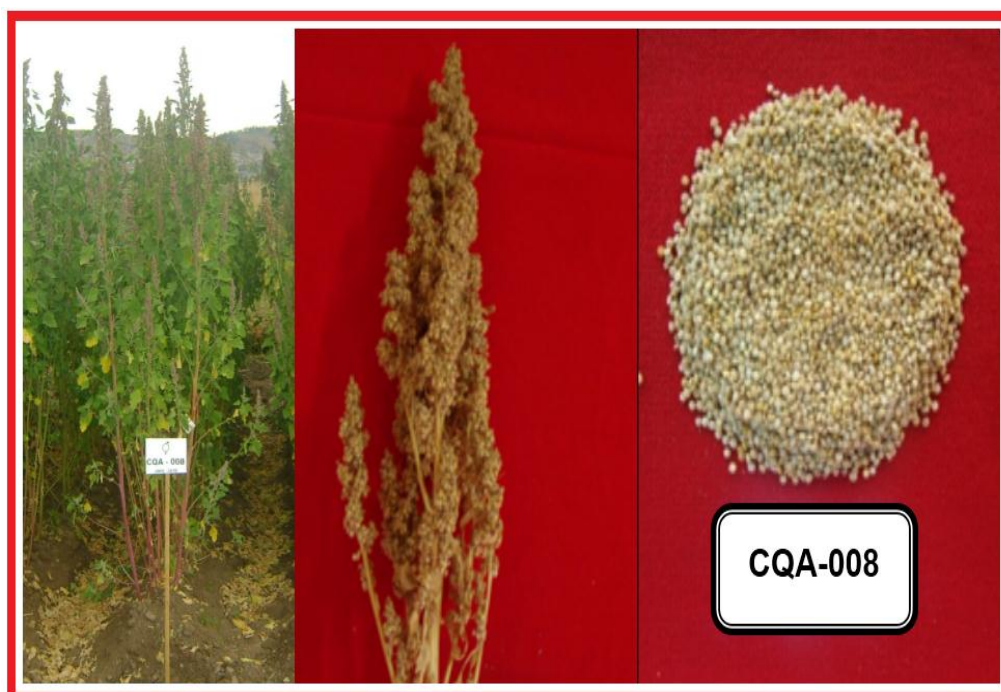


Figura 8. Cultivar CQA-008.

Tabla 9. Características morfológicas del cultivar CQA-009 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-009
Procedencia	: Ccochani
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 169,6 cm
Longitud de panoja	: 418,6 mm
Diámetro de panoja	: 115,7 mm
Peso de panoja	: 54,2 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.16 %
Peso de 1000 semillas	: 3,629 g
Rendimiento	: 5,901 tn.ha ⁻¹



Figura 9. Cultivar CQA-009.

Tabla 10. Características morfológicas del cultivar CQA-010 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-010
Procedencia	: Chilcaccasa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Amarilla
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 163,7 cm
Longitud de panoja	: 374,3 mm
Diámetro de panoja	: 101,4 mm
Peso de panoja	: 50,2 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.20 %
Peso de 1000 semillas	: 3,171 g
Rendimiento	: 6,629 tn.ha ⁻¹



Figura 10. Cultivar CQA-010.

Tabla 11. Características morfológicas del cultivar CQA-011 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-011
Procedencia	:
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Amarantiforme
Altura de planta	: 196,7 cm
Longitud de panoja	: 390,0 mm
Diámetro de panoja	: 91,4 mm
Peso de panoja	: 72,2 g
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.25 %
Peso de 1000 semillas	: 3,257 g
Rendimiento	: 8,261 tn.ha ⁻¹



Figura 11. Cultivar CQA-011.

Tabla 12. Características morfológicas del cultivar CQA-013 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-013
Procedencia	:	Chilcaccasa - Huamanguilla
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Amarillo
Tipo de panoja	:	No diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	185,7 cm
Longitud de panoja	:	438,6 mm
Diámetro de panoja	:	124,3 mm
Peso de panoja	:	63,9 g
Densidad de panoja	:	Intermedia
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.08 %
Peso de 1000 semillas	:	3,857 g
Rendimiento	:	7,370 tn.ha ⁻¹

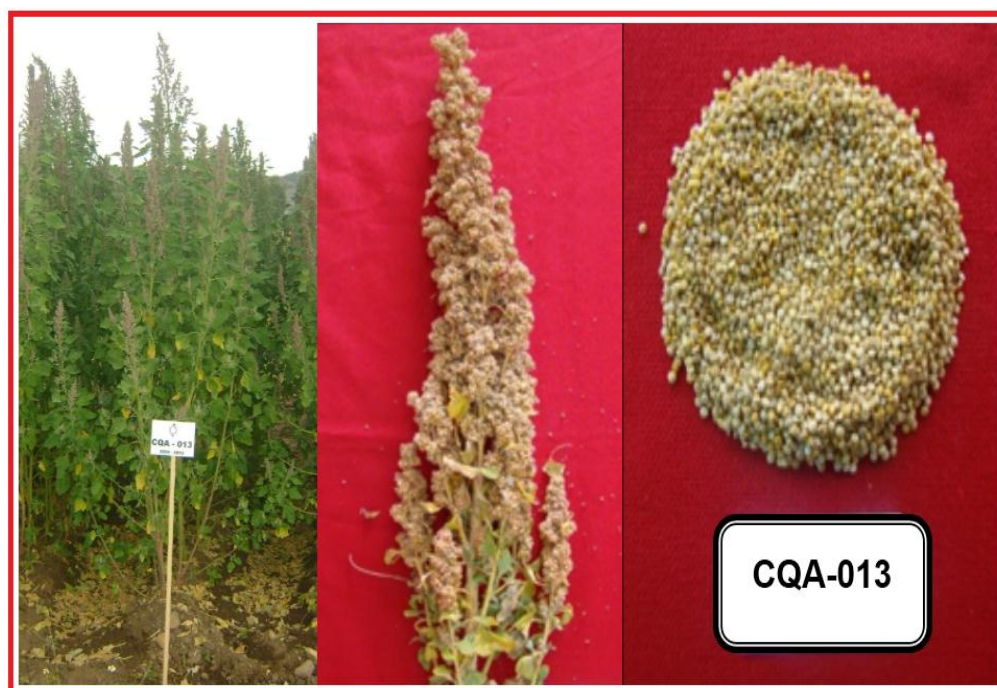


Figura 12. Cultivar CQA-013.

Tabla 13. Características morfológicas del cultivar CQA-014 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-014
Procedencia	: Iguain Cora Cora
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 171,6 cm
Longitud de panoja	: 397,1 mm
Diámetro de panoja	: 90,0 mm
Peso de panoja	: 54,7 g
Densidad de panoja	: Intermedio
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.18 %
Peso de 1000 semillas	: 3,471 g
Rendimiento	: 6,730 tn.ha ⁻¹

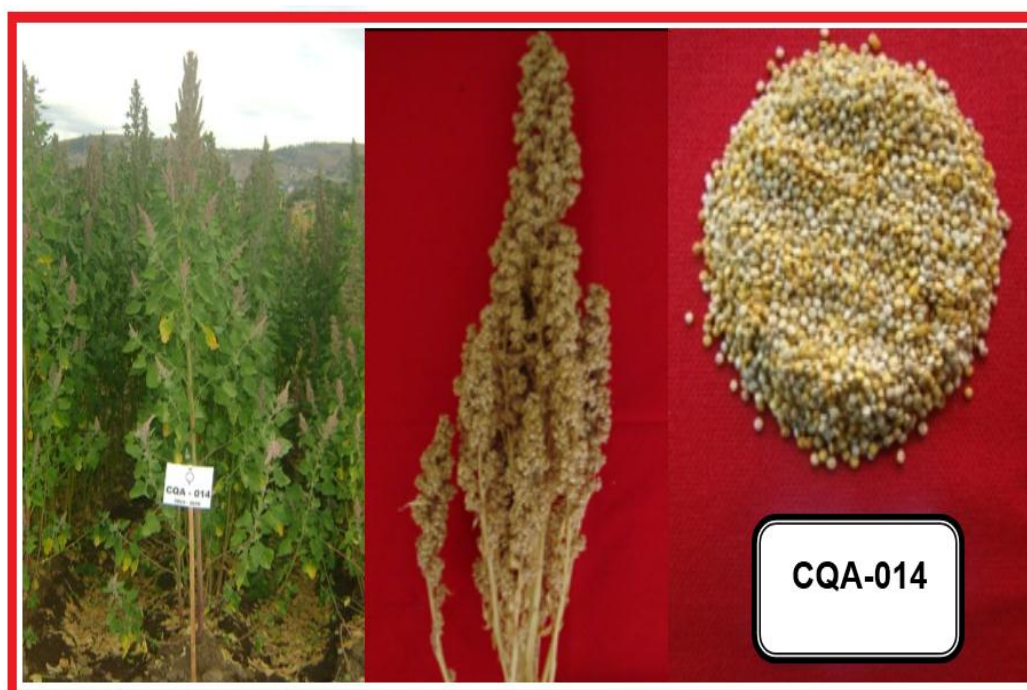


Figura 13. Cultivar CQA-014.

Tabla 14. Características morfológicas del cultivar CQA-015 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-015
Procedencia	: Iguain Cora Cora
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Amarantiforme
Altura de planta	: 171,9 cm
Longitud de panoja	: 381,4 mm
Diámetro de panoja	: 102,9 mm
Peso de panoja	: 60,0 g
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.24 %
Peso de 1000 semillas	: 3,686 g
Rendimiento	: 6,547 tn.ha ⁻¹



Figura 14. Cultivar CQA-015.

Tabla 15. Características morfológicas del cultivar CQA-016 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-016
Procedencia	: Huamanguilla
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Amarillo
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 171,1 cm
Longitud de panoja	: 391,4 mm
Diámetro de panoja	: 95,7 mm
Peso de panoja	: 66,2 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.24 %
Peso de 1000 semillas	: 3,700 g
Rendimiento	: 6,490 tn.ha ⁻¹

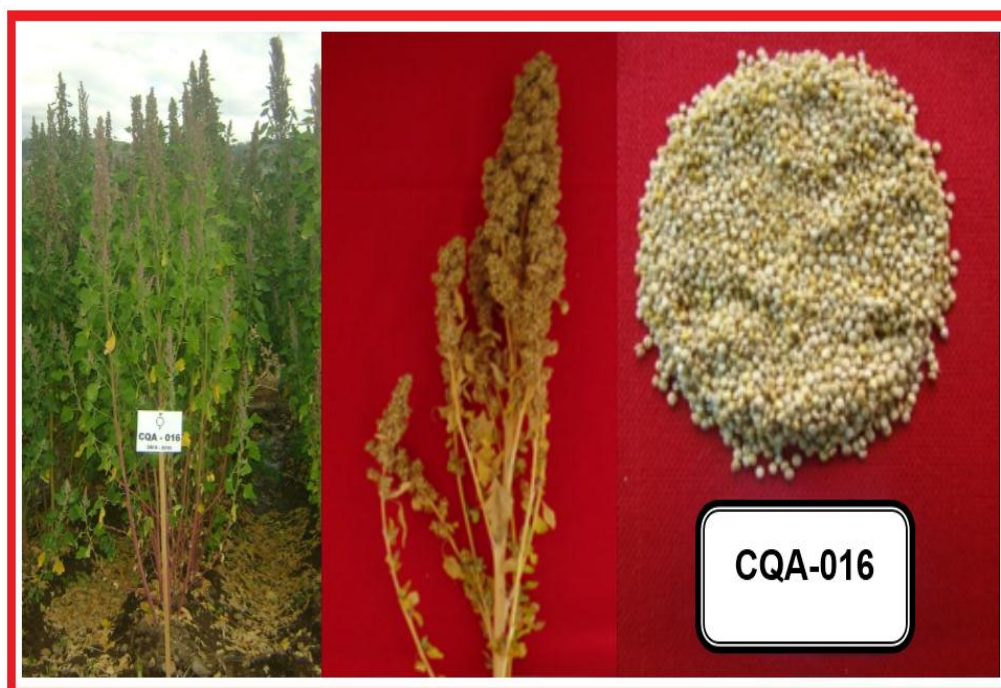


Figura 15. Cultivar CQA-016.

Tabla 16. Características morfológicas del cultivar CQA-017 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-017
Procedencia	: Ccerayocc - Quinoa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 153,0 cm
Longitud de panoja	: 380,0 mm
Diámetro de panoja	: 77,1 mm
Peso de panoja	: 49,5 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.12 %
Peso de 1000 semillas	: 3,771 g
Rendimiento	: 5,111 tn.ha ⁻¹



Figura 16. Cultivar CQA-017.

Tabla 17. Características morfológicas del cultivar CQA-018 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-018
Procedencia	: Ccerayocc - Quinoa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 141,4 cm
Longitud de panoja	: 370,0 mm
Diámetro de panoja	: 94,3 mm
Peso de panoja	: 52,9 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.17 %
Peso de 1000 semillas	: 3,500 g
Rendimiento	: 8,220 tn.ha ⁻¹

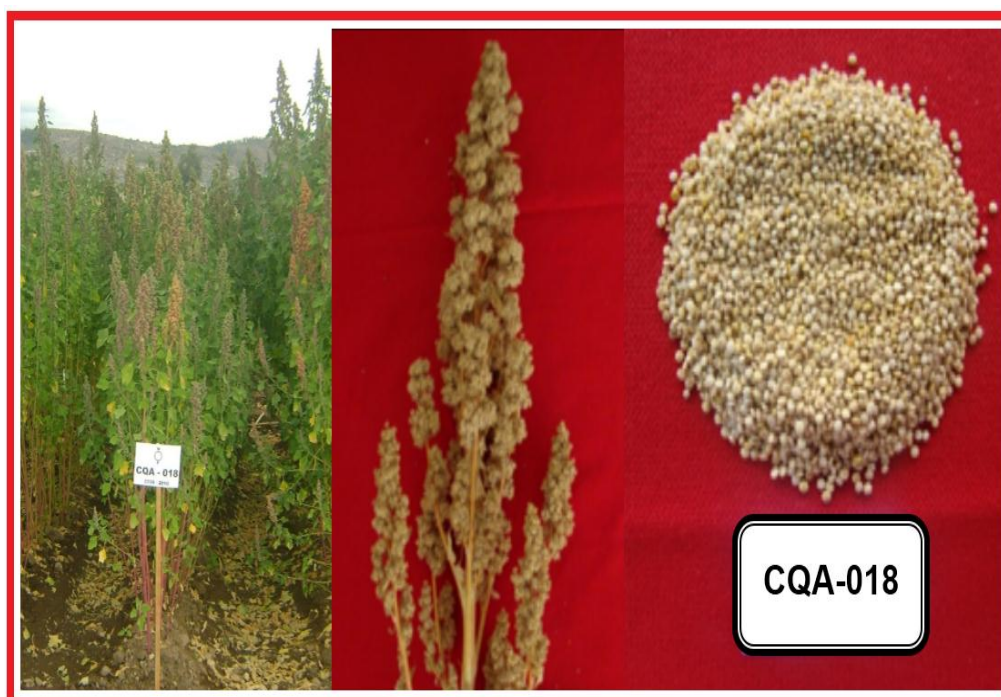


Figura 17. Cultivar CQA-018.

Tabla 18. Características morfológicas del cultivar CQA-019 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-019
Procedencia	:	Huamanguilla
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Anaranjado
Tipo de panoja	:	Diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	168,6 cm
Longitud de panoja	:	394,3 mm
Diámetro de panoja	:	105,7 mm
Peso de panoja	:	56,2 g
Densidad de panoja	:	Compacta
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.20 %
Peso de 1000 semillas	:	3,900 g
Rendimiento	:	7,942 tn.ha ⁻¹

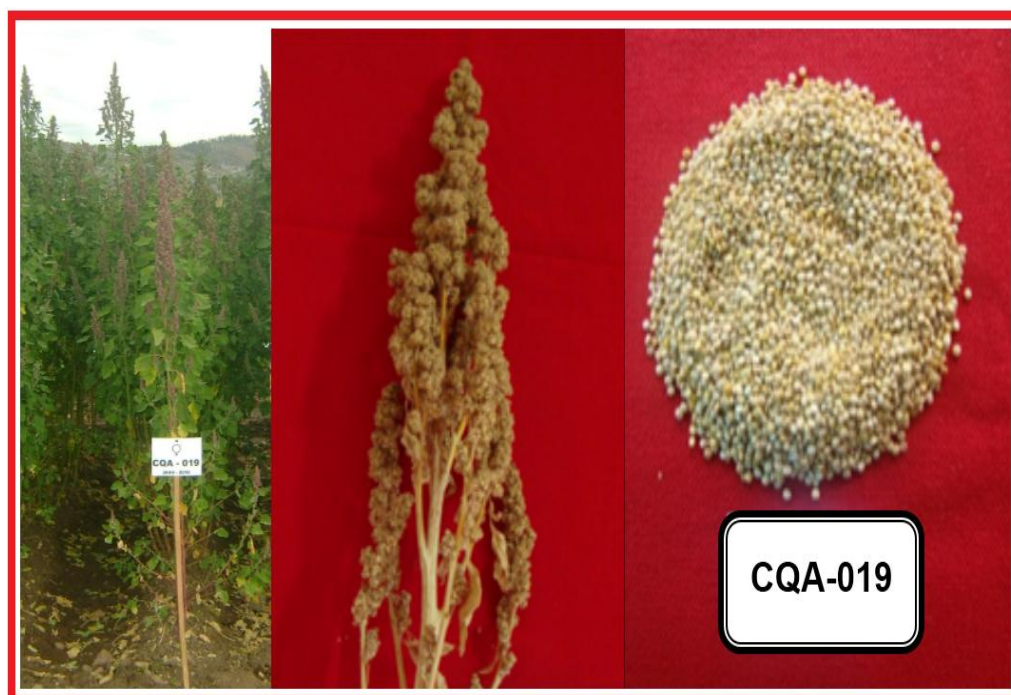


Figura 18. Cultivar CQA-019.

Tabla 19. Características morfológicas del cultivar CQA-020 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-20
Procedencia	: Curipata - Huamanguilla
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 195,9 cm
Longitud de panoja	: 488,6 mm
Diámetro de panoja	: 121,4 mm
Peso de panoja	: 60,9 g
Densidad de panoja	: Intermedio
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.18 %
Peso de 1000 semillas	: 3,443 g
Rendimiento	: 9,417 tn.ha ⁻¹



Figura 19. Cultivar CQA-020.

Tabla 20. Características morfológicas del cultivar CQA-021 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-021
Procedencia	:	Chilcaccasa - huamanguilla
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Amarillo
Tipo de panoja	:	No diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	206,9 cm
Longitud de panoja	:	498,6 mm
Diámetro de panoja	:	125,7 mm
Peso de panoja	:	74,8 g
Densidad de panoja	:	Compacta
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.23 %
Peso de 1000 semillas	:	3,700 g
Rendimiento	:	9,455 tn.ha ⁻¹



Figura 20. Cultivar CQA-021.

Tabla 21. Características morfológicas del cultivar CQA-022 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-022
Procedencia	: Chilcaccasa - Huamanguilla
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Amarantiforme
Altura de planta	: 196,1 cm
Longitud de panoja	: 517,1 mm
Diámetro de panoja	: 115,7 mm
Peso de panoja	: 96,7 g
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.14%
Peso de 1000 semillas	: 3,643 g
Rendimiento	: 7,958 tn.ha ⁻¹



Figura 21. Cultivar CQA-022.

Tabla 22. Características morfológicas del cultivar CQA-029 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-029
Procedencia	:	Chihuanpampa
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Amarillo
Tipo de panoja	:	No diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	178,9 cm
Longitud de panoja	:	395,7 mm
Diámetro de panoja	:	92,9 mm
Peso de panoja	:	73,0 g
Densidad de panoja	:	Compacta
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.26 %
Peso de 1000 semillas	:	4,200 g
Rendimiento	:	7,341 tn.ha ⁻¹



Figura 22. Cultivar CQA-029.

Tabla 23. Características morfológicas del cultivar CQA-030 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-030
Procedencia	: Acosvinchos
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 181,4 cm
Longitud de panoja	: 525,7 mm
Diámetro de panoja	: 108,6 mm
Peso de panoja	: 74,3 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.10 %
Peso de 1000 semillas	: 4,571 g
Rendimiento	: 8,152 tn.ha ⁻¹



Figura 23. Cultivar CQA-030.

Tabla 24. Características morfológicas del cultivar CQA-031 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-031
Procedencia	: Chihuanpampa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 172,6 cm
Longitud de panoja	: 442,9 mm
Diámetro de panoja	: 118,6 mm
Peso de panoja	: 81,6 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.28 %
Peso de 1000 semillas	: 3,486 g
Rendimiento	: 9,318 tn.ha ⁻¹



Figura 24. Cultivar CQA-031.

Tabla 25. Características morfológicas del cultivar CQA-032 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-032
Procedencia	: Pampachaca - quinua
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Amarillo
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 185,1 cm
Longitud de panoja	: 481,4 mm
Diámetro de panoja	: 87,1 mm
Peso de panoja	: 83,2 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.22 %
Peso de 1000 semillas	: 3,414 g
Rendimiento	: 8,865 tn.ha ⁻¹



Figura 25. Cultivar CQA-032.

Tabla 26. Características morfológicas del cultivar CQA-035 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-035
Procedencia	: Chihuanpampa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 176,1 cm
Longitud de panoja	: 401,4 mm
Diámetro de panoja	: 88,6 mm
Peso de panoja	: 71,0 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.21 %
Peso de 1000 semillas	: 3,586 g
Rendimiento	: 7,369 tn.ha ⁻¹

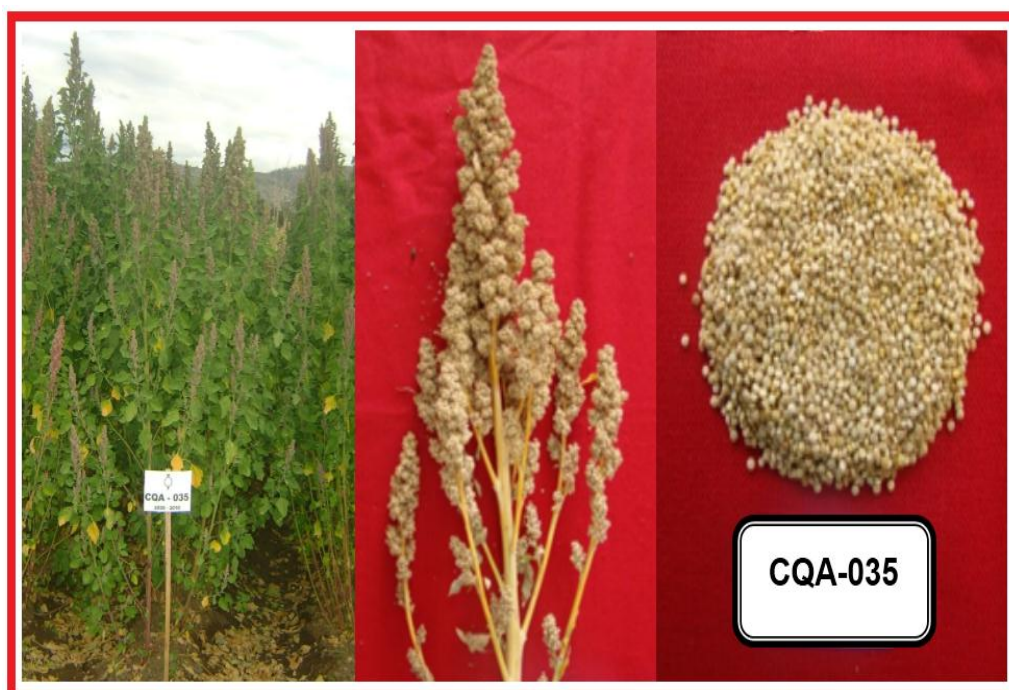


Figura 26. Cultivar CQA-035.

Tabla 27. Características morfológicas del cultivar CQA-036 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-036
Procedencia	:	Chihuanpampa
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Anaranjado
Tipo de panoja	:	No diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	178,7 cm
Longitud de panoja	:	558,6 mm
Diámetro de panoja	:	102,9 mm
Peso de panoja	:	72,5 g
Densidad de panoja	:	Intermedia
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.15 %
Peso de 1000 semillas	:	3,614 g
Rendimiento	:	9,827 tn.ha ⁻¹



Figura 27. Cultivar CQA-036.

Tabla 28. Características morfológicas del cultivar CQA-037 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-037
Procedencia	: Chihuanpampa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 193,1 cm
Longitud de panoja	: 348,6 mm
Diámetro de panoja	: 94,3 mm
Peso de panoja	: 77,8 g
Densidad de panoja	: Intermedio
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.09 %
Peso de 1000 semillas	: 3,771 g
Rendimiento	: 8,394 tn.ha ⁻¹



Figura 28. Cultivar CQA-037.

Tabla 29. Características morfológicas del cultivar CQA-038 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-038
Procedencia	:	Ccerayocc - Quinoa
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Amarillo
Tipo de panoja	:	Diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	186,3 cm
Longitud de panoja	:	468,6 mm
Diámetro de panoja	:	111,4 mm
Peso de panoja	:	67,4 g
Densidad de panoja	:	Intermedia
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.23 %
Peso de 1000 semillas	:	3,386 g
Rendimiento	:	8,048 tn.ha ⁻¹

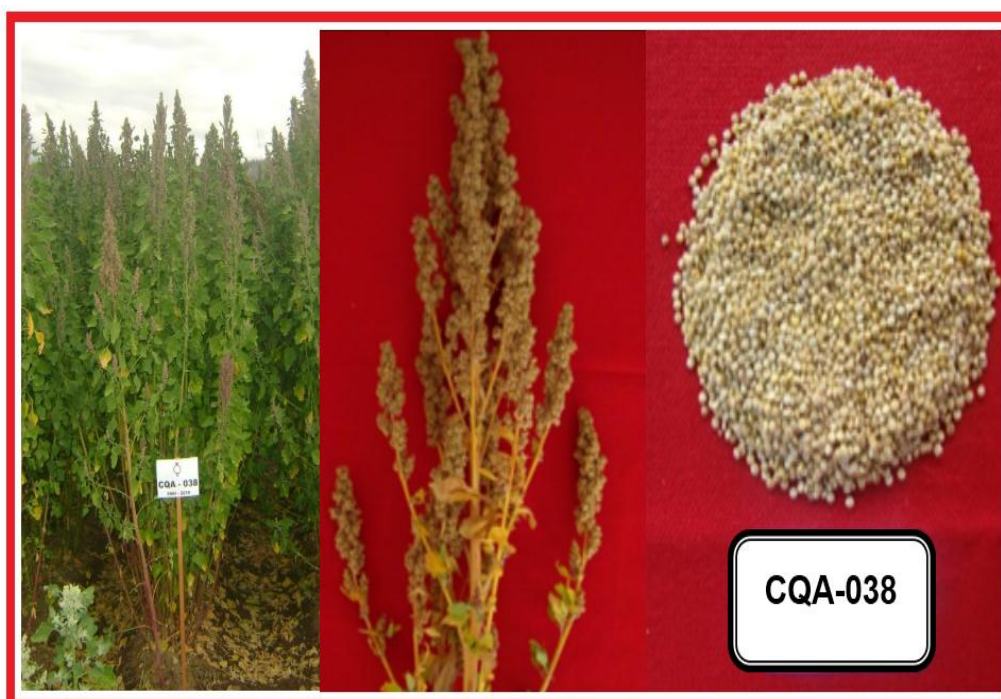


Figura 29. Cultivar CQA-038.

Tabla 30. Características morfológicas del cultivar CQA-039 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-039
Procedencia	: Ccerayocc - Quinoa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Amarillo
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 172,7 cm
Longitud de panoja	: 385,7 mm
Diámetro de panoja	: 101,4 mm
Peso de panoja	: 72,9 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.16 %
Peso de 1000 semillas	: 3,814 g
Rendimiento	: 7,935 tn.ha ⁻¹



Figura 30. Cultivar CQA-039.

Tabla 31. Características morfológicas del cultivar CQA-040 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-040
Procedencia	: Chihuanpampa
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 179,4 cm
Longitud de panoja	: 474,3 mm
Diámetro de panoja	: 94,3 mm
Peso de panoja	: 82,9 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.16 %
Peso de 1000 semillas	: 3,757 g
Rendimiento	: 9,982 tn.ha ⁻¹



Figura 31. Cultivar CQA-040.

Tabla 32. Características morfológicas del cultivar CQA-041 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS		VARIABLE
Cultivar	:	CQA-041
Procedencia	:	Chihuanpampa
Axilas	:	Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarilla
Color panoja en cosecha	:	Anaranjado
Tipo de panoja	:	Diferenciada
Forma de panoja	:	Glomerulada
Altura de planta	:	177,1 cm
Longitud de panoja	:	438,6 mm
Diámetro de panoja	:	88,6 mm
Peso de panoja	:	74,9 g
Densidad de panoja	:	Compacta
Color de grano	:	amarillo
Contenido de saponina	:	0.27 %
Peso de 1000 semillas	:	3,743 g
Rendimiento	:	7,842 tn.ha ⁻¹



Figura 32. Cultivar CQA-041.

Tabla 33. Características morfológicas del cultivar CQA-042 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-042
Procedencia	: Andaraccay
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Amarillo
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Amarantiforme
Altura de planta	: 158,7 cm
Longitud de panoja	: 445,7 mm
Diámetro de panoja	: 74,3 mm
Peso de panoja	: 44,4 g
Densidad de panoja	: Laxa
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.18 %
Peso de 1000 semillas	: 3,429 g
Rendimiento	: 5,909 tn.ha ⁻¹



Figura 33. Cultivar CQA-042.

Tabla 34. Características morfológicas del cultivar CQA-053 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-053
Procedencia	: Huamanguilla
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: No diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 200,0 cm
Longitud de panoja	: 528,6 mm
Diámetro de panoja	: 90,0 mm
Peso de panoja	: 63,3 g
Densidad de panoja	: Intermedia
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.14 %
Peso de 1000 semillas	: 3,700 g
Rendimiento	: 7,745 tn.ha ⁻¹

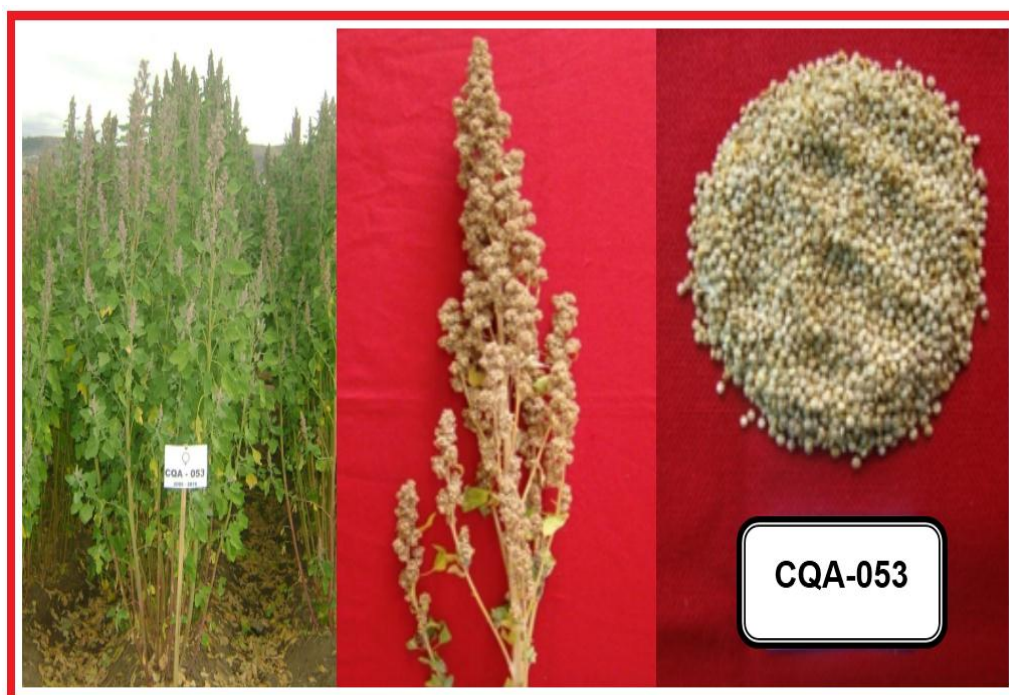


Figura 34. Cultivar CQA-053.

Tabla 35. Características morfológicas del cultivar CQA-060 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-060
Procedencia	: Iguain Cora Cora
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 183,9 cm
Longitud de panoja	: 367,1 mm
Diámetro de panoja	: 88,6 mm
Peso de panoja	: 44,1 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.14 %
Peso de 1000 semillas	: 3,357 g
Rendimiento	: 6,604 tn.ha ⁻¹



Figura 35. Cultivar CQA-060.

Tabla 36. Características morfológicas del cultivar CQA-061 Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Cultivar	: CQA-061
Procedencia	: Chilcaccasa - Huamanguilla
Axilas	: Presentes
Color Panoja antes de madurez fisiológica	: Amarilla
Color panoja en cosecha	: Anaranjado
Tipo de panoja	: Diferenciada
Forma de panoja	: Glomerulada
Altura de planta	: 180,6 cm
Longitud de panoja	: 425,7 mm
Diámetro de panoja	: 90,0 mm
Peso de panoja	: 69,7 g
Densidad de panoja	: Compacta
Color de grano	: amarillo
Contenido de saponina	: 0.16 %
Peso de 1000 semillas	: 3,043 g
Rendimiento	: 7,511 tn.ha ⁻¹

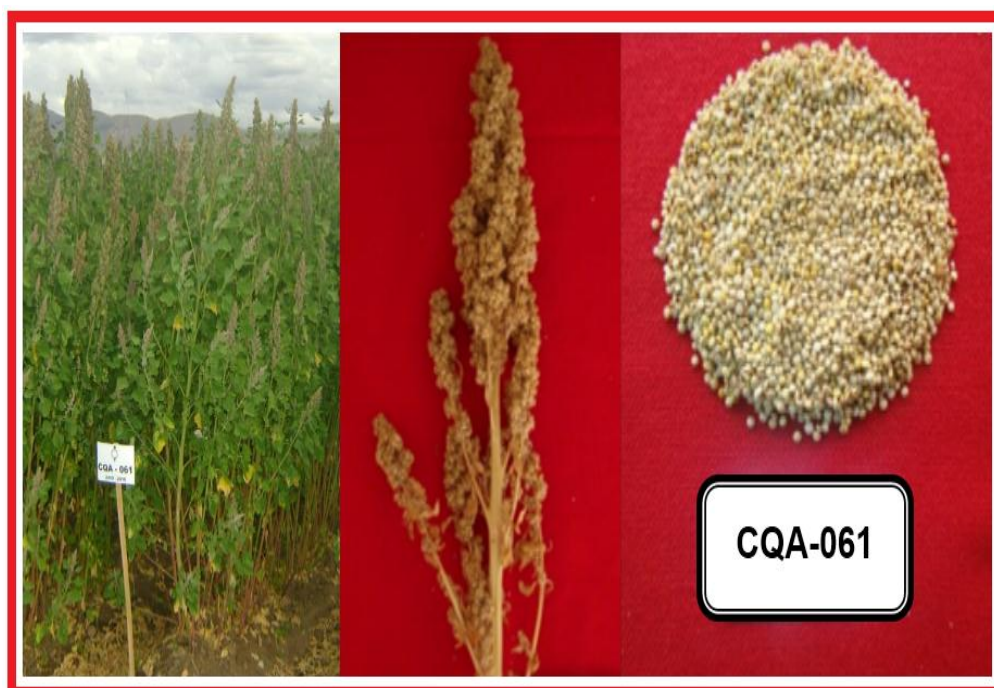


Figura 36. Cultivar CQA-061.

Anexo 2. Panel Fotográfico



Foto 1. Parcela de investigación del cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa W.*) de grano amarillo, Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Foto 2. Cartel de identificación de la investigación del cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa W.*) de grano amarillo, Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Foto 3. Toma de datos para la investigación del cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa* W.) de grano amarillo, Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Foto 4. Modelo de la investigación del cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa* W.) de grano amarillo, Canaán 2735 msnm, Ayacucho.