

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**RENDIMIENTO DE SIETE CULTIVARES DE QUINUA GRANO  
BLANCO (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA CANAÁN- INIA,  
2735 msnm. AYACUCHO**

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

**PRESENTADO POR:  
ROSSIUD ANTEZANA CALDERÓN**

**AYACUCHO - PERÚ  
2017**

## DEDICATORIA

*A Dios, todo poderoso; por ser mi guía en la sabiduría e inteligencia y salvador que me da la fortaleza por el éxito y la satisfacción de esta investigación constante para enfrentar los retos de la vida. Quién me ilumina los dones de la sabiduría para enfrentar los retos del mañana, las alegrías y los obstáculos que se me presentan constantemente, pero de la mano del Dios nada es imposible.*

*A mi madre Sra. Priscila por haberme apoyado constantemente como prueba de su sacrificio y aliento que permitió la culminación de mi carrera profesional, al haber descubierto en sus lágrimas el inmenso deseo de tenerme realizado como profesional, para ellos mi gratitud y afecto.*

*A mis siete hermanos(as), que siempre están cerca de mí, gracias por su comprensión y paciencia formar parte de mi vida, le pido a Dios que lo acompañe y que este esfuerzo le pueda servir de inspiración y guía para lograr el éxito, que no será el resultado de la casualidad, sino del trabajo perseverante e incansable.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater, fuente de sabiduría y enseñanza por brindarme la oportunidad de lograr mi formación profesional.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes me brindaron sabios conocimientos y enseñanza.

Al M.Sc. Ing. José A. Quispe Tenorio por su amplia experiencia en la investigación y apoyo como asesor del presente trabajo de investigación quien contribuyó en la culminación de tesis.

A mi padre Sr. Edilberto por su enorme sacrificio en el logro de mi profesión todo el apoyo moral y económico para llegar hasta donde estoy, aquí está la prueba del logro.

A la Ing. Ana María Altamirano Pérez Co asesor del presente trabajo de investigación hoy es responsable de los cultivos granos andinos por sus recomendaciones oportunas. (Centro Experimental de Innovación Agraria Canaán-INIA, Ayacucho).

## ÍNDICE

		Pág.
	<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
	<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
	<b>INDICE</b>	<b>iv</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
1.1.	Origen y distribución	3
1.2.	Importancia	4
1.3	Usos y formas de consumo	4
1.4	Taxonomía	7
1.5	Características morfológicas de la quinua	8
1.6	Requerimientos del cultivo	13
1.7	Fenología del cultivo	16
1.8	Productividad	22
1.9	Producción Mundial de Quinua	29
1.10	Aspectos de manejo del cultivo	29
<b>CAPITULO II</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
2.1	Ubicación del experimento	40
2.2	Características del suelo	40
2.3	Condiciones Climáticas	41
2.4	Material Genético	45
2.5	Unidad Experimental	45
2.6	Campo Experimental	47
2.7	Diseño y Análisis Estadístico	48
2.8	Caracteres de precocidad	48
2.9	Sanidad	53
2.10	Caracterización morfológica	54
2.11	Instalación y conducción del experimento	54
2.12	Análisis estadístico	58
<b>CAPITULO III</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
3.1	Caracteres de Precocidad	59
3.2	Caracteres de productividad	60
3.3	Plagas y Enfermedad	73
3.4	Caracteres morfológicos	76

<b>CAPITULO IV</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
4.1	Conclusiones	83
4.2	Recomendaciones	85
	<b>Resumen</b>	<b>86</b>
	<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>87</b>
	<b>Bibliografía Virtual</b>	<b>91</b>
	<b>Anexo</b>	<b>92</b>
	<b>Anexo 1.</b> Imagen de labores culturales y evaluaciones	93
	<b>Anexo 2.</b> Contenido de saponina en 7 cultivares de quinua	101
	<b>Anexo 3.</b> Criterios de evaluación de características morfológicas	102

## INTRODUCCIÓN

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta andina, cuyos registros señalan como originario de los alrededores del lago Titicaca. Constituye un recurso vegetal de gran potencial, debido a su gran adaptabilidad edafoclimática, y su alto valor nutricional, generando una creciente demanda por mercados a nivel global. En el Perú se cultiva desde la región Tacna hasta Piura desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. El cultivo de quinoa, es una especie que posee una gran variabilidad y diversidad, con elevadas cualidades nutricionales, alrededor de 15 % de proteína en grano; por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales (metionina, lisina y triptófano), posee un elevado valor calórico, mayor a otros cereales, por eso se le considera un cultivo nutracéutico; además contiene minerales como el calcio, magnesio y hierro Apaza y Delgado (2005).

En tal sentido es necesario realizar estudios para incrementar y mejorar en los rendimientos del cultivo a menor costo de producción, conservando la diversidad de especies cultivares y medioambientales.

Actualmente se estima que en Ayacucho se está cultivando 1500 hectáreas con un rendimiento de 1 000 a 1 500 kg.ha<sup>-1</sup>, muy por debajo del promedio que obtienen en Puno que es de 2 000 kg.ha<sup>-1</sup> de quinua orgánica. El bajo nivel de producción que se obtiene, se debe a una serie de factores que inciden directamente en la productividad, como uso de semilla de calidad deficiente, limitada fertilización orgánica, presencia de plagas y enfermedades, deficiencia en labores de deshierbo, riego y aporque, utilización de variedades poco adaptadas a una altitud adecuada, densidad de plantas inadecuadas, etc.

Teniendo en cuenta lo señalado, se ha planteado el presente trabajo de investigación considerando siete cultivares de quinua de grano blanco, con los siguientes objetivos.

**Objetivos:**

1. Conocer caracteres de precocidad de siete cultivares de quinua de grano blanco.
2. Evaluar la productividad de siete cultivares de quinua de grano blanco.
3. Evaluar la incidencia de las principales plagas y enfermedades de siete cultivares de quinua de grano blanco.
4. Caracterizar morfológicamente siete cultivares de quinua de grano blanco.

## **CAPITULO I**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

León (2003) atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú-Bolivia, por estar presente gran cantidad de especies silvestres y una gran variedad genética, principalmente en ecotipos, reconociendo cinco categorías básicas: quinua de los valles, quinua altiplánicas, quinuas de los salares, quinuas al nivel del mar y quinuas sub-tropicales. Palma, indica que la quinua es una planta autóctona de los Andes y su origen se remonta alrededor de lago Titicaca. Se tiene vestigios de la experiencia ya miles de años de los Incas; que indica que fue cultivada desde la época prehispánica (hace 3000 a 5000 años) en los Andes y domesticas de Bolivia, Perú y Ecuador.

León (2003) indica que la quinua es un grano alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de Argentina para las condiciones de montañas de altura aunque un ecotipo



que se cultiva en Chile se produce a nivel del mar. Domesticada por las culturas prehispánicas se utiliza en la alimentación desde por lo menos unos 3000 años.

## **1.2. IMPORTANCIA**

La quinua es un cultivo andino de alto valor nutritivo, con una calidad proteica sobresaliente y una capacidad de ser transformado en una gran gama de productos derivados. Constituye un aporte de nuestra cultura para todo el mundo, según estudiosos, este cultivo viene cobrando cada vez mayor importancia por su diversidad y utilidad en países con fragilidad de sus ecosistemas, sumando a sus bondades nutricionales que satisface las necesidades de alimentación básica (seguridad alimentaria) del productor, además generando ingresos económicos por la venta de su producción.

## **1.3. USOS Y FORMAS DE CONSUMO**

Hasta la relativamente reciente manifestación de un mayor interés comercial, la quinua fue típicamente un producto destinado al autoconsumo de los campesinos y pequeños productores de los países andinos que mantuvieron su cultivo como parte de sus estrategias productivas y de sobrevivencia. Dadas las características de su grano, con alto contenido de saponina, su consumo ha estado supeditado a la adopción de diversas formas más o menos rudimentarias de eliminación de la saponina. La consolidación del interés en los mercados internacionales y la ampliación de los volúmenes de producción han llevado a la adopción de métodos mecánicos para la eliminación de impurezas y la mencionada saponina, y al

mismo tiempo ha promovido la diversificación de sus usos, los que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

### **1.3.1. Alimenticios**

Sin duda, el principal uso de la quinua es el consumo humano, lo que es coherente con su alto valor nutricional. Si bien no existen datos o información estadística detallada, tanto la producción destinada al autoconsumo como aquella orientada a los mercados de exportación tienen este destino. La principal forma de utilización es el grano bajo diversas modalidades, tostado o molido, o transformado en harina e incluido en diversas mezclas y preparaciones alimenticias. Esta es la forma más común de uso de la quinua para aquéllos que la incorporan como autoconsumo.

### **1.3.2. Medicinal e industria farmacéutica**

Las poblaciones andinas le han otorgado tradicionalmente propiedades medicinales al consumo de granos y harinas de quinua, basados en sus características de contenido vitamínico y de sales minerales y microelementos como magnesio.

Investigaciones recientes de Zeballos (2012) y Thompson (2011) han confirmado su uso como alternativa para pacientes que sufren de trastornos derivados de su condición de celíacos, atendiendo al hecho de que la quinua puede sustituir sin dificultades a las harinas y derivados de trigo cuyo consumo afecta a dichos pacientes, asegurando al mismo tiempo los requerimientos nutricionales que su consumo cubre. Por otro lado, hay

investigaciones en marcha que mostrarían positivos efectos del consumo de quinua y derivados en relación a pacientes que sufren de diabetes, lo que estaría asociado a sus contenidos de fibra y a la presencia de hidratos de carbono de fácil digestibilidad. Sin duda, de confirmarse estas propiedades, y de avanzar su transformación en medicinas específicas para el tratamiento de esta enfermedad, se abriría un nuevo mercado de enormes perspectivas.

### **1.3.3. Valor nutritivo**

La quinua por su gran poder nutricional, provee las proteínas y los aminoácidos esenciales para el ser humano como la metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. La concentración de lisina en la proteína de la quinua es casi el doble con relación a otros cereales y gramíneas. Contiene las vitaminas del complejo B, vitaminas C, E, tiamina, riboflavina y un alto contenido de potasio y fósforo, entre otros minerales. El valor calórico es mayor que otros cereales; en grano y harina alcanza 350 calorías/100 g.

Apaza y Delgado (2005) mencionan que el grano de quinua contiene de 14 a 18% de proteína, grasa de 5.7% a 11.3% y fibra de 2.7 a 4.2%. Las proteínas de quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que las de los cereales, especialmente lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad

**Cuadro N° 1.1:** Comparativo de la composición nutricional de los cultivos andinos en 100 g de parte comestible

COMPONENTE	CHOCHO	KIWICHA	QUINUA	TRIGO	MAIZ	PAPA	MASHUA	OLLUCO	OCA
Proteínas	42.9	12.9	12.5	8.6	6.7	2	1.5	1.1	1
Calorias	15.1	366	354	336	359	103	50	62	61
Agua	67.7	62.3	12.5	14.5	13.4	77.2	84.4	83.7	84.1
Carbohidrato	9.6	65.1	70	73.7	79.1	23.3	9.8	14.3	13.3
Extracto	0.6	7.2	4.5	1.5	2.7	0.4	0.7	0.1	0.6
Fibra	5.3	6.7	4.1	3	4.3	0.7	0.9	0.8	1
Cenizas	0.6	2.5	2.4	1.7	1.3	1.1	0.6	0.8	1
Calcio	30	179	118	36	11	6	12	3	2.3
Fosforo	123	454	390	224	221	52	29	28	36
Hierro	14	5.3	4.2	4.6	2.7	0.4	1	1.1	1.6
Caroteno					0.02		0.08	0.03	0.01
Diamina	0.01	0.02	0.35	0.03	0.015	0.07	0.1	0.05	0.05
Rivoflavina	0.34	0.57	0.32	0.08	0.34	0.06	0.12	0.03	0.01
Miacina	0.95	0.95	1.43	2.85	2.53	1.85	0.67	0.2	0.43
Ácido Ascórbico		3.2	6.8	4.8	0.8		71.5	11.58	38.4
GRA-Agencia Agraria Trujillo - Boletín "La Quinua"									

**Cuadro N° 1.2:** Contenido centesimal de aminoácidos y proteína animal

AMINOÁCIDOS	FENILANDIANA	TRIPTÓFANO	METIONINA	LEUCINA	ISOLEUCINA	VALINA	LISINA	TRIONINA	ARGININA	HISTICINA
Quinua	4.13	1.21	2.17	6.88	5.88	4.13	6.13	4.5	7.21	3.46
Kiwicha	3.29	1.21	2.37	4.23	5.22	4.61	6.6	5.38	8.16	2.22
Frejol	6.61	0.59	1.29	7.29	8.92	6.08	8.93	8.13	9.48	2.78
Habas	4.57	0.85	0.89	7.54	0.46	4.13	10.3	4.47	10.41	2.39
Maíz	8.7	0.7	3.4	12.5	3.6	4.8	2.6	3.6		
Chocho	9.6		2.6	8.2	3.2	3.7	5.4	4		
Huevos	7.5	1.5	5.5	9.4	7.5	6.4	6.5	4.2	6.1	2.4
Caseína	6.3	1.3	3.5	10	7.5	7.7	8.5	4.5	4.2	8.2
GRA-Agencia Agraria Trujillo - Boletín "La Quinua"										

[www.agrolalibertad.gob.pe/.../PERFIL%20DE%20MERCADOS%20DE](http://www.agrolalibertad.gob.pe/.../PERFIL%20DE%20MERCADOS%20DE)

#### 1.4. TAXONOMÍA

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

- Reino : Plantae
- División : Fanerogamas
- Clase : Dicotiledoneas
- Subclase : Angiospermas
- Orden : Centrospermales
- Familia : Chenopodiáceas

- Género : Chenopodium
- Sección : Chenopodia
- Subsección : Cellulata
- Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

## 1.5. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA QUINUA

### Planta.

La planta, es erguida alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4000 msnm y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas, está calificada como planta C3. Apaza y Delgado (2005) refiere que el tipo de crecimiento es herbáceo, porte de planta erecta, de 100 a 142 cm. de altura, su inflorescencia forma una panoja de diversos colores.

### Raíz.

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 cm de profundidad, teniendo también alargamiento lateral, sus raicillas o pelos absorbentes nacen a distintas alturas 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, la profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta.

### **Tallo.**

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

Mujica (1993) menciona que el tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y angulosa a partir de las ramificaciones, puesto que las hojas son alternas dando una configuración excepcional, el grosor del tallo también es variable siendo mayor en la base que en el ápice, dependiendo de los 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.

### **Hojas.**

Mujica (1993) señala que las hojas de quinua, presentan un polimorfismo marcado, siendo las inferiores rómbicas, deltoides o triangulares, midiendo hasta 154 cm. de largo por 12 cm de ancho. Las hojas pueden ser dentadas, aserradas o lisas. Además del tamaño de las hojas va disminuyendo según se hace en la planta, hasta alcanzar a las hojas que sobresalen de la inflorescencia que son lineales o lanceoladas midiendo apenas 10 mm de largo por 2 mm de ancho. El color de las hojas es también variable dependiendo de la pigmentación. Ha observado que los pigmentos rojos y púrpura están constituidos por betacianina.

### **Inflorescencia.**

Apaza (2005) refiere que la inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, ejes secundarios y terciarios, que sostienen a glomérulos (grupo de flores). La longitud de la panoja varía entre 29 a 55 cm y el diámetro entre 6 y 12.7 cm. La panoja puede llegar a un peso de 91.10 a 114 g, incluyendo el grano. Cuando los glomérulos nacen del eje secundario la panoja es glomerulada, si los glomérulos nacen de ejes terciarios la panoja es amarantiforme y si los ejes son largos, la panoja es laxa y toda la panoja tiene la forma de un solo glomérulo, de acuerdo a la densidad de panoja que

se presentan estas son considerados: compactas semicompactas o similares y laxas.

### **Flores.**

Apaza y Delgado (2005) mencionan que 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 verdes, un androceo con cinco estambres (pentámera). Existen aberraciones florales donde se pueden encontrar flores tetraovaricas de 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.

### **Fruto.**

Mujica (1993) Afirma que el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario súpero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia al 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) y León (2003) manifiesta que el color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y es donde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo; se ubica en la primera membrana.

### **Semilla.**

Apaza y Delgado (2005) manifiesta que la semilla es el fruto maduro sin el perigonio, aproximadamente de 1.8 a 2 mm, de diámetro. Es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta cuatro partes bien definidas que son: pericarpio, epispermo, embrión, perisperma. El que contiene la mayor cantidad de saponina es el pericarpio el embrión se enrolla por la parte central de la semilla, es variable dependiendo de la variedad, incluso dentro de la misma panoja varia, siendo general encontrar el tamaño más grande en la parte central del glomérulo. León (2003) menciona que tiene forma lenticelada, que se encuentra envuelta por el perisperma, el tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2 mm. Ej. Var. Sajama, salcedo-INIA, Illpa-INIA; mediano de diámetro 1.8 a 1.9 mm. Ej. Var. Kancolla, tahuaco, chewecca y pequeño menos de 1.7 mm. De diámetro. Ej. Choclo, Blanca de Juli.

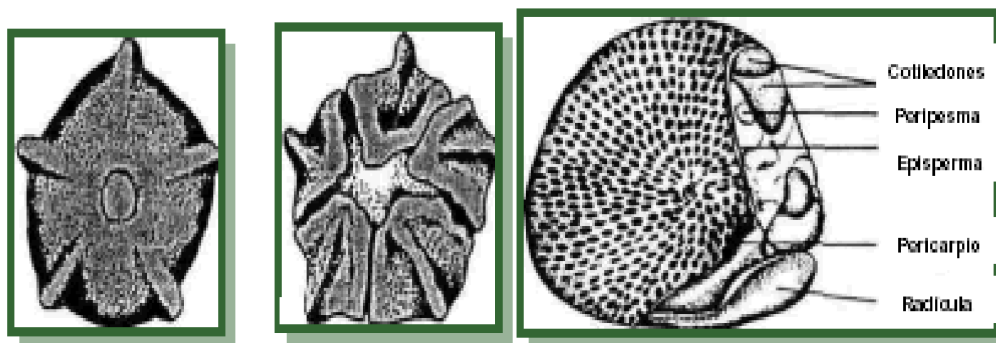


Figura 1: Fruto y partes de la semilla de quinua

## 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. Pérez (2005) indica que en la sierra central, las características climatológicas son muy variadas, presenta precipitaciones mínimas de 300 – 500 mm. Anuales. Mayores precipitaciones incrementan la incidencia de enfermedades fungosas. La quinua por su amplia variabilidad genética se adapta a diferentes climas de los valles interandinos templados y lluviosos, por ello es necesario conocer que genotipos o variedades son recomendables para cada zona agro ecológica. El cultivo de quinua tiene un amplio y diverso rango de adaptación dependiendo de los genotipos y variedades, desarrollándose desde los 2500 a 2700 msnm. En cuanto al suelo, la quinua prefiere suelos de textura franco-arenosa, franco-limoso, fértiles con buen drenaje, con alto contenido de materia orgánica, con pH de 6.5 a 8.5, es susceptible a la excesiva humedad en sus primeros estadios de crecimiento. La humedad del suelo es importante durante la germinación y en las primeras etapas de desarrollo una vez de que las plantas se han establecido prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada. La humedad que requieren es de 300 a

1000 mm, de precipitación anual. La quinua necesita humedad durante la etapa de floración y formación de grano.

## **FACTORES AMBIENTALES**

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

### **Clima.**

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

### **Temperatura.**

León (2003) indica que la temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 – 15°C, puede soportar hasta – 4°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano. La temperatura está determinada por la altura, la inclinación y exposición del campo y por la densidad del cultivo. La única posibilidad del productor de influir sobre la temperatura es mediante la selección de un campo bien ubicado y de la densidad de la siembra. Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5°C. Temperaturas mayores a 15°C, causan pérdidas por respiración, traen el

riesgo de ataques de insectos (sí las condiciones son secas) u hongos (sí las condiciones son húmedas). La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas fuerza la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos.

León (2003) informa que las heladas se dan por temperaturas menores de  $-4^{\circ}\text{C}$  y causan rupturas del plasma mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares de la planta. A la vez indica que el cultivo de la quinua resiste sin problemas heladas hasta  $-5^{\circ}\text{C}$  por 20 días, excepto en sus fases críticas, que son los primeros 60 días después de la siembra y la fase de la floración. Hay ecotipos que resisten bien a heladas hasta  $-8^{\circ}\text{C}$ , y después de los daños ocurridos se recuperan a través de la producción de ramas secundarias. La quinua soporta épocas de sequía prolongada hasta 60 días, excepto en los estados fenológicos de: germinación hasta 4 hojas verdaderas, floración y madurez de estado lechoso. Un exceso de humedad es dañino en las épocas de: floración (polen se convierte inviable), madurez de estado pastoso y completo (la quinua puede germinar en la panoja) y cosecha (altos costos de secado). Durante todo el ciclo del cultivo un exceso de humedad, especialmente en combinación con temperaturas elevadas, favorece al ataque de hongos León (2003).

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

## **Altitud**

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

## **Suelo**

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

## **Agua**

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

## **1.7. FENOLOGÍA DEL CULTIVO**

La fenología son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea muy importante para agrónomos y agricultores,

puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; asimismo le permite evaluar la marcha de la campaña agrícola y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos de sus cultivos, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento. La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado doce fases fenológicas, Mujica y Canahua (1989).

**a. Emergencia.**

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

**b. Dos hojas verdaderas.**

Es cuando fuera de las dos hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular. En esta fase se produce ocurrir el ataque de gusanos cortadores de plantas tiernas (*Copitarsia turbata*, *Feltia*). Mujica (2006).

### **c. Cuatro hojas verdaderas.**

Es cuando ya se observa dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase ya la plántula muestra buena resistencia a la sequía y al frío, porque ha extendido fuertemente sus raíces y muestra movimientos násticos nocturnos cuando hace frío. Dada la presencia de hojas tiernas, se inicia el ataque de insectos masticadores de hojas (*Epitrix* y *Diabrotica*) pulguilla saltona y loritos, sobre todo cuando hay escasez de lluvia, Mujica (2006).

### **d. Seis hojas verdaderas.**

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tomándose las hojas cotiledonales de color amarillento y algo flácidas, se nota y a 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, Mujica (2006).

### **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 cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria.

**f. Inicio de panojamiento.**

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas con bastante cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede ver amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que dejaron de ser fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento, Mujica y Canahua (1989).

**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; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor.



#### **h. Inicio de floración.**

Mujica y Canahua (1989) afirman que la fase se da cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigónio de un color verde limón.

#### **i. Floración o antesis.**

Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en esta etapa debe observarse al medio día y al atardecer las flores se encuentran cerradas, por ser heliófilas, así mismo la planta eliminar en mayor cantidad las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente y existe abundancia de polen en los estambres que tiene una coloración amarilla, Mujica (2006).

#### **j. Grano lechoso.**

León (2003) 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.

#### **k. Grano pastoso.**

Mujica (2006) cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días después de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurisyca quinoa* Povolny "Kcona - Kcona", causando daños considerables, así mismo el déficit de humedad afecta fuertemente a la producción.

#### **l. Madurez fisiológica.**

León (2003) es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a más después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período 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 sabor del grano.

#### **m. Madurez de Cosecha**

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

## 1.8. PRODUCTIVIDAD

### 1.8.1. PRODUCCIÓN NACIONAL DE QUINUA.

El Cuadro N° 1.3. Muestra la superficie cosechada de quinua en hectáreas de los 19 departamentos productores para el periodo 2001-2014, en donde se pueda apreciar la tendencia creciente, pasando de 25 600 ha en 2001 a 68 037 ha en 2014, con una tasa promedio anual de crecimiento del 8.5% impulsada principalmente por el crecimiento en Arequipa, Junín, y Ayacucho, con tasas por encima del 12%.

**Cuadro N° 1.3:** Superficie cosechada de quinua en hectáreas en el periodo 2001-2014.

Dpto.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tasa de crecim.
Puno	18717	22206	22602	22485	23821	23821	23966	23385	26095	26342	27337	27445	29886	32261	4.30%
Ayacucho	1374	900	1250	1097	1207	1530	1408	1758	1871	2589	1952	3643	4653	7696	14.20%
Cusco	1193	1002	768	631	900	1143	1356	2264	2047	2054	1866	2236	2401	2628	6.30%
Junín	1191	1083	1119	1116	829	804	879	881	1028	1153	1191	1432	2139	5270	12.10%
Apurímac	1195	711	665	597	636	966	1073	1107	1026	1186	1094	1297	1567	2150	4.60%
Arequipa	215	220	213	202	187	217	205	207	283	422	498	596	1390	8109	32.20%
Huacavelica	199	126	122	81	230	279	328	390	471	469	472	539.5	714	843	11.70%
La Libertad	614	537	549	648	346	435	385	391	411	410	328	400	677	2136	10.10%
Huánuco	286	446	375	358	410	371	352	362	368	352	356	356	424	1246	12%
Ancash	397	380	435	318	358	175	218	184	157	141	132	177	297	1647	11.60%
Cajamarca	153	176	168	91	145	151	168	188	222	142	151	203	231	387	7.40%
Moquegua	24	21	25	23	18	43	25	32	37	34	35	18	32	66	8.10%
Amazonas	42	45	35	31	24	15	19	15	11	4	4	4	17	12	-9%
Ica										16	18	29.5	22	468	132.50%
Tacna											42	124	201	1130	199.60%
Lambayeque													138	1261	109.10%
Lima													62	637	117.40%
Pasco														2	
Piura														89	
<b>Total</b>	<b>25600</b>	<b>27853</b>	<b>28326</b>	<b>27678</b>	<b>29111</b>	<b>29950</b>	<b>30382</b>	<b>31164</b>	<b>34027</b>	<b>35314</b>	<b>35476</b>	<b>38500</b>	<b>44851</b>	<b>68038</b>	<b>8.50%</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego 2014

Asimismo, en términos de superficie cosechada, Puno es el principal departamento productor con una superficie del 47% del total nacional, mientras que en la Costa la producción es relativamente reciente, dado que departamentos como Ica, Tacna, Lambayeque y Lima han reportado datos desde los últimos 4 años.

## 1.8.2. LA PRODUCCIÓN EN LA COSTA Y EN LA SIERRA

En el Cuadro N°1.4. Muestra la producción de quinua en toneladas, por departamentos, en donde se puede apreciar una tendencia creciente con una tasa de 13.4% anual, pasando de 22 269 toneladas en 2001 a 114 343 para 2014 (aproximadamente el doble de lo producido el año anterior, 2013), la cual fue impulsada por la producción en los departamentos de Arequipa, Ayacucho y Junín. Cabe mencionar que la producción alcanzada para 2014 significó que el Perú se convirtiera en el primer productor mundial de quinua.

**Cuadro N° 1.4:** Producción de quinua (en t) por regiones 2001 – 2014

Dpto.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tasa de crecim.
Puno	15484	24902	24542	22102	27719	24652	25667	22691	31160	31951	32740	30179	29331	36158	6.70%
Arequipa	278	286	284	269	257	268	281	264	473	650	1013	1683	5326	33137	44.40%
Ayacucho	1144	752	1070	914	1031	1368	1209	1721	1771	2368	1444	4188	4925	10323	18.40%
Junín	1683	1599	1506	1366	949	1049	1096	1145	1454	1586	1448	1882	3852	10528	15.10%
Cusco	1274	876	661	614	796	1075	1493	1776	2028	1890	1796	2231	2818	3020	6.90%
Apurímac	1006	621	613	518	585	894	934	904	960	1212	1262	2095	2010	2877	8.40%
La Libertad	460	350	416	437	258	305	255	364	415	430	354	505	1116	4006	18.10%
Huancavelica	115	75	71	41	122	148	173	275	412	358	429	501	671	801	16.10%
Huánuco	249	351	306	281	323	305	295	296	303	286	293	306	389	1157	13%
Ancash	398	382	456	328	379	180	234	199	158	148	140	183	347	3241	17.50%
Cajamarca	113	114	104	77	131	141	151	195	227	133	141	190	219	438	11.00%
Moquegua	24	23	24	21	16	30	20	22	28	23	25	11	26	112	12.60%
Amazonas	41	42	32	30	23	13	18	14	9	2	2	2	15	16	-7%
Ica										40	41	69	58	966	27.80%
Tacna											52	187	360	2376	34.20%
Lambayeque													427	3248	16.90%
Lima													202	1718	17.90%
Pasco														1	
Piura														220	
<b>Total</b>	<b>22269</b>	<b>30373</b>	<b>30085</b>	<b>26998</b>	<b>32589</b>	<b>30428</b>	<b>31826</b>	<b>29866</b>	<b>39398</b>	<b>41077</b>	<b>41180</b>	<b>44212</b>	<b>52092</b>	<b>114343</b>	<b>13.40%</b>

Fuente: MINAGRI 2014, Compendio Estadístico Perú, 2015.

Igualmente podemos apreciar que la producción de quinua estuvo circunscrita tradicionalmente en 13 departamentos, siendo Puno, Ayacucho, Cusco y Apurímac los principales productores (2001-2012). A partir de 2013 (Año Internacional de la Quinua), la producción de quinua en la Costa se fue incrementando, representando un importante volumen de la producción nacional en 2014. Para este mismo año los principales departamentos

productores fueron Puno con 31.6% y Arequipa con el 28.9% del total nacional.

### 1.8.3. RENDIMIENTO DE QUINUA POR DEPARTAMENTOS

Por otro lado, en el Cuadro N° 1.5. Muestra el rendimiento o productividad por departamentos, observándose una tendencia creciente con una tasa anual de 5.2%, pasando de 870 kg.ha<sup>-1</sup> en 2001 a 1680 kg.ha<sup>-1</sup> en 2014. Igualmente, se refleja el aumento en el promedio nacional que fue impulsado principalmente por la producción en Arequipa.

**Cuadro N° 1.5:** Rendimiento de quinua por departamentos (kg.ha<sup>-1</sup>)

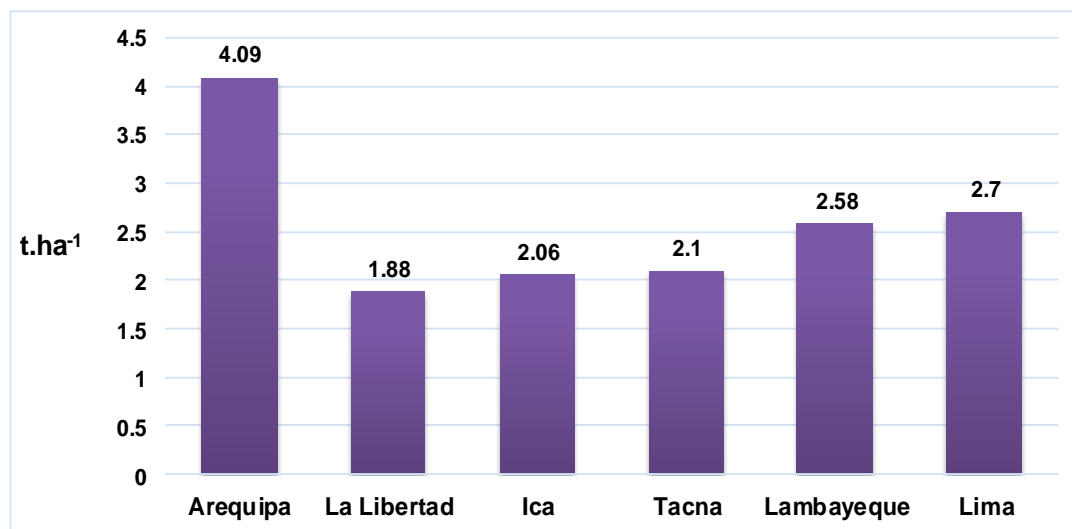
Dpto.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Arequipa	1291	1299	1333	1332	1376	1235	1368	1276	1671	1541	2034	2834	3818	4086
La Libertad	749	653	758	674	746	402	664	933	1011	1049	1080	1264	1670	1875
Junín	1413	1476	1346	1224	1145	1305	1247	1300	1414	1375	1216	1314	1801	1998
Apurímac	841	874	923	867	919	926	870	816	936	1023	1153	1615	1283	1339
Cusco	1068	875	860	974	884	941	1101	785	991	920	963	998	1173	1149
Ancash	1002	1005	1048	1031	1058	1029	1072	1082	1004	1052	1059	1033	1170	1968
Ayacucho	833	836	856	833	854	894	859	979	947	915	740	1150	1058	1341
Puno	827	1121	1086	983	1187	1035	1071	970	1194	1213	1198	1100	981	1121
Cajamarca	742	649	619	855	904	934	899	1037	1024	935	934	935	946	1131
Huancavelica	578	596	582	500	533	531	527	705	874	763	910	929	940	951
Huanúco	871	787	816	786	788	822	838	818	823	814	824	860	918	929
Moquegua	981	952	928	980	975	859	960	937	847	608	686	508	886	1340
Amazonas	985	1076	948	904	900	703	780	698	748	684	724	638	823	1700
Ica										2500	2300	2333	2662	2064
Tacna											1238	1508	1791	2103
Lima													3258	2702
Lambayeque													3094	2576
Pasco														500
Piura														2472
<b>Promedio</b>	<b>870</b>	<b>1091</b>	<b>1062</b>	<b>975</b>	<b>1138</b>	<b>1016</b>	<b>1048</b>	<b>958.4</b>	<b>1163</b>	<b>1161</b>	<b>1148</b>	<b>1151.2</b>	<b>1681</b>	<b>1609.8</b>

Fuente: Ministerio de agricultura y riego

Cabe mencionar que los mayores rendimientos registrados se localizaron en departamentos de la Costa (región natural yunga entre 500 - 2300 msnm), que, a su vez, localizan la menor superficie de la producción como es el caso de Arequipa, que obtuvo un rendimiento de 4086 kg.ha<sup>-1</sup> y representa el 11% de la superficie de producción, superando por más del doble al promedio

nacional, seguido de Lima (2702 kg.ha<sup>-1</sup>) y Lambayeque (2576 kg.ha<sup>-1</sup>); estos dos últimos han reportado producción de quinua recién desde 2013.

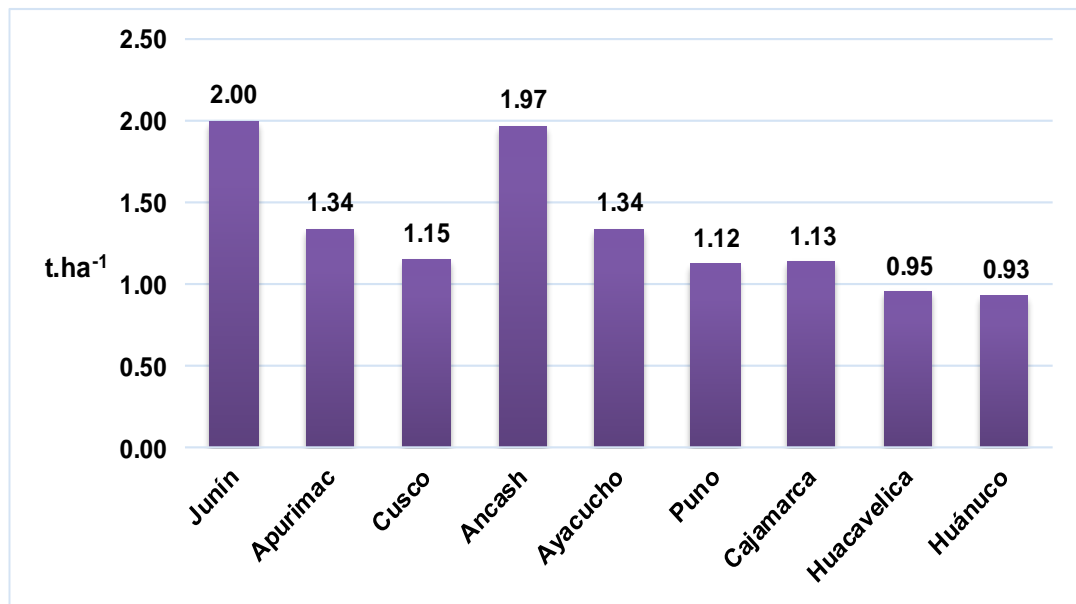
En el Gráfico N° 1: presenta la producción promedio de los departamentos de la Costa para el año 2014, con un promedio de 2.51 t.ha<sup>-1</sup> de rendimiento.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2014  
Elaboración propia.

**Gráfico N° 1:** Rendimiento de quinua en departamentos de la Costa 2014 (t.ha<sup>-1</sup>).

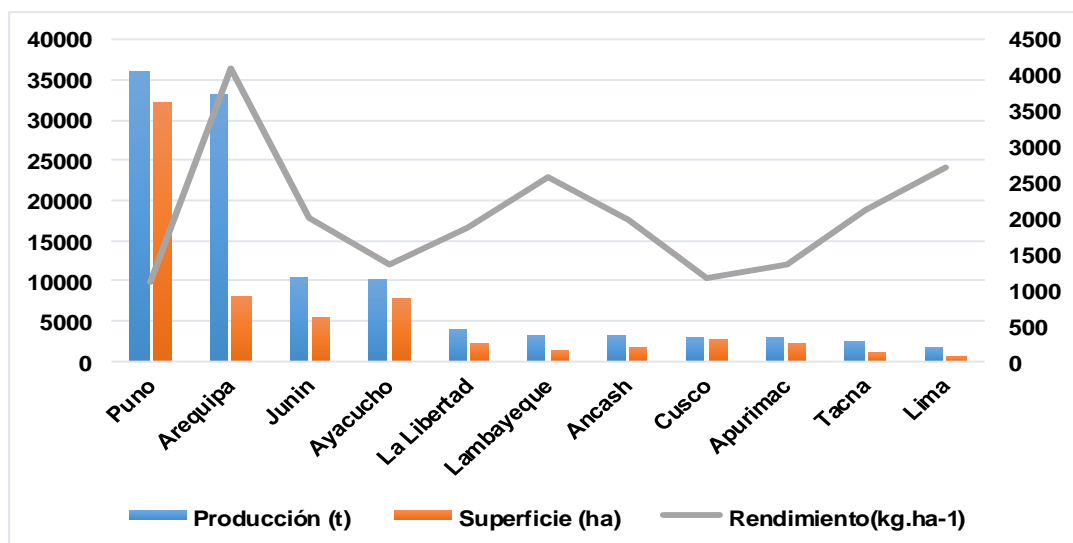
Con relación a los departamentos de la Sierra, si bien estos representan la mayor superficie cosechada los rendimientos se ubican en su mayoría por debajo de los rendimientos obtenidos en la Costa con un promedio de 1.33 t.ha<sup>-1</sup> de rendimiento (Gráfico N° 2).



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2014  
Elaboración propia.

**Grafico N°2:** Rendimiento de quinua en departamentos de la sierra 2014 (t.ha<sup>-1</sup>).

El Gráfico N°3: Muestra las principales zonas de producción a nivel nacional en 2014, observándose los mayores rendimientos en Arequipa, y la mayor superficie y volumen de producción en Puno.



**Grafico N° 3:** Principales zonas de producción a nivel nacional – Año 2014

#### **1.8.4. RENDIMIENTO DE QUINUA**

Zevallos (1984) reporta que los rendimientos obtenidos son muy diversos, debido principalmente al suelo, humedad, variedad y los cuidados culturales practicados así mismo señala que los rendimientos van desde los 450 kg.ha<sup>-1</sup> hasta los 5000 kg.ha<sup>-1</sup>, pudiéndose conseguir promedios que van desde los 1500 a 2000 kg.ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> a 1400 kg.ha<sup>-1</sup> en años buenos. Sin embargo según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3000 kg.ha<sup>-1</sup>. Mujica (1983) indica que el potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t.ha<sup>-1</sup> sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6 t.ha<sup>-1</sup>, en promedio y con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5 t.ha<sup>-1</sup>. En condiciones actuales del altiplano peruano - boliviano con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa de 0.85 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que en los valles interandinos es de 1.5 t.ha<sup>-1</sup>. Así mismo Zevallos (1984) señala que los rendimientos van desde los 450 kg.ha<sup>-1</sup> hasta los 5000 kg.ha<sup>-1</sup>, pudiéndose conseguir promedios que van desde los 1500 a 2000 kg.ha<sup>-1</sup>. Fernández (1986) indica en la localidad de Allpachaka (Ayacucho) a 3600 msnm; con seis variedades comerciales y dos líneas de quinua, obtuvo los siguientes rendimientos.



**Cuadro N° 1.6:** Variedades Comerciales de Quinua

<b>Orden de Mérito</b>	<b>variedad</b>	<b>Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>1</b>	Allpachaka 1	2756.3
<b>2</b>	Blanca de Junín	2512.5
<b>3</b>	Kancolla	2465.6
<b>4</b>	Cheweca	2331.3
<b>5</b>	Blanca de Juli	1906.3
<b>6</b>	Sajama	1809.4
<b>7</b>	Allpachaka 2	1778.1
<b>8</b>	Rosada de Junín	1368.8

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

#### **1.8.5. RENDIMIENTO DE GRANO**

Apaza (2005) indica que el potencial de rendimiento de grano de quinua alcanza hasta 9000 kg.ha<sup>-1</sup> 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 oportunas), se obtiene rendimientos 4000 kg.ha<sup>-1</sup> de acuerdo a la variedad.

MINAGRI, afirma que el año 2012 y 2013 el rendimiento promedio es alrededor de 1148 y 1162 kg.ha<sup>-1</sup>. Se destaca el rendimiento del

departamento de Arequipa que es aproximadamente de 2834 kg.ha<sup>-1</sup>, el mejor a nivel nacional. Las cifras indican que el 2014 se logró una producción de 114 300 TM.

### **1.9. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE QUINUA**

Los principales productores de quinua en el mundo son Perú y Bolivia, Ecuador, Perú y Bolivia han producido el 99.04% de la producción de quinua del mundo en el periodo 2009-2013, Bolivia ha incrementado su producción en este periodo con una tasa anual del 10.26%, mientras que el Perú ha crecido a una velocidad del 7.25%, contrario comportamiento mostró Ecuador cuya producción se mantuvo. El Perú es el principal productor de quinua en el mundo con el 50.7% de la producción total, seguido de Bolivia que produce el 48.4%.

### **1.10. ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO**

#### **a. La preparación del suelo**

Mujica (1997) manifiesta que la preparación del suelo es una labor muy importante, que determinara el éxito futuro de la instalación del cultivo. Si la siembra se efectuara en un suelo nuevo o virgen se debe roturar con un arado de vertedera o de discos de tal manera que la parte externa quede enterrada en el suelo, esta labor debe efectuarse al finalizar las lluvias, esto implica en la zona andina en el mes de Marzo o inicios de Abril, luego proceder a mullir el suelo con una rastra cruzada de discos o picos ya sea rígidos o flexibles de acuerdo a la textura del suelo; esto permitirá que se produzca una rápida descomposición del material orgánico. Próximo a la

fecha de siembra se procederá nuevamente a desmenuzar el terreno pasando una rastra cruzada de manera que el suelo quede en condiciones óptimas. El día que se efectúa el surcado del terreno con distanciamiento adecuado a la variedad utilizada, se debe realizar la siembra.

#### **b. La siembra**

Mujica (1997) manifiesta que la siembra se debe realizar cuando las condiciones ambientales sean las más favorables. Esto está determinado por una temperatura adecuada de 15 a 20 °C, humedad del suelo por lo menos en  $\frac{3}{4}$  de capacidad de campo, que facilitará la germinación de las semillas. Las actividades de la siembra son las siguientes:

- **Densidad de siembra**

Mujica (1997) señala la cantidad de semilla, para la siembra en surcos es de 8 a 10 kg.ha<sup>-1</sup> y para la siembra al voleo es de 12 kg.ha<sup>-1</sup>. En general la cantidad de semilla a utilizar busca obtener un cultivo con una densidad por metro lineal de 15 a 20 plantas.

- **Época de siembra**

Mujica et al. (2001) manifiesta la época más oportuna de siembra dependerá de las condiciones ambientales del lugar de siembra, generalmente en la zona andina, en el altiplano la costa, es del 15 de Setiembre al 15 de Noviembre, lógicamente se puede adelantar o retrasar un poco de acuerdo a la disponibilidad de agua y a la precocidad o duración del período vegetativo

de los genotipos a sembrarse, en zonas más frías se acostumbra adelantar la fecha de siembra sobre todo si se usan genotipos tardíos.

### **c. Modalidad de siembra**

#### **Siembra al voleo**

Cuando se siembra al voleo sobre terreno llano (sin surcar), la población de plantas de quinua es desuniforme, requiriendo mayor cantidad de semilla ( $12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), para recompensar fallas de germinación, Apaza y Delgado (2005).

#### **Siembra a chorro continuo en surcos**

Las semillas se colocan a chorro continuo. Dependiendo del grado de humedad del suelo se colocaran al fondo o al lomo de surco. Se recomienda una profundidad de siembra de 2 – 3 cm. La semilla debe taparse ligeramente. Este sistema es el más común ya que facilita los trabajos de deshierbo, aporque y requiere menos cantidad de semilla ( $8 \text{ a } 10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Los surcos deben tener una profundidad de 15 a 20 cm y seguir las curvas de nivel del terreno Mujica et al. (2001).

### **d. Fertilización y Abonamiento**

Mujica (1993) recomienda fertilización con la fórmula 80 – 40 – 00, para la sierra del Perú, ya que nuestros suelos son pobres en nitrógeno, medianos en fosforo y ricos en potasio.

Tapia (1979) menciona que la quinua responde bien a la fertilización química y al abonamiento; en suelos de baja fertilidad, se recomienda aplicar 80 - 40

- 30 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK, se debe aplicar el 50% de nitrógeno y el total de fósforo y potasio a la siembra y el otro 50% de nitrógeno en el momento del aporque, se puede también aplicar de 5 a 10 t.ha<sup>-1</sup> de abono orgánico como el guano de isla, la gallinaza y el estiércol de animales. La incorporación al suelo debe ser de acuerdo a la fertilidad del suelo, en consecuencia, sería como alternativa a la fertilización química, incorporando al suelo antes de la siembra.

#### **e. Labores de cultivo**

- **Deshierbo**

Mujica (1997) refiere realizar el deshierbo para evitar la competencia entre cultivo y maleza, fundamentalmente por agua, luz, nutrientes y suelo (espacio); recomendándose hacerse el primer deshierbo cuando las plantas de quinua alcancen 20 cm de altura (a los 40 a 50 días después de la siembra); el segundo deshierbo se debe realizar cuando las plantas alcancen una altura de 30 a 35 cm. Se tiene como malezas importantes en este cultivo las siguientes: *Bidens pilosa* “amor seco” “Chiriro”, *Medicago hispida* “trébol carretilla”, *Poa annua* “pastoo ccacho”, *Bromus uniloides* “cebadilla”, *Erodium cicutarium* “auja auja”, *Trifolium amabile* “layo”, *Tagetes mandonii* “chicchipa”, *Brassica campestris* “nabo silvestre” y etc.

- **Depuración**

Mujica (1997) menciona que consiste en eliminar plantas que están enfermas, que son diferentes a la variedad del cultivo, para lo cual se recomienda eliminar las plantas de tipo diferentes en dos momentos: antes

de la floración, observando el color de la planta, el tipo de panoja y a la madurez fisiológica, observando el color y el tipo de grano.

- **Raleo**

Mujica (1997) menciona que se realiza cuando se tiene alta densidad de plantas por metro lineal o área de cultivo, en esta labor se descartan las plantas: más pequeñas, raquíticas, débiles y enfermas. Se realiza aproximadamente a los 30 a 45 días después de la emergencia, antes de que las plantas alcancen una altura de 20 cm, se debe dejar de 15 a 20 plantas por metro lineal.

- **Aporque**

Mujica (1993) manifiesta que los aporques son necesarios para sostener la planta sobre todo en los valles interandinos donde la quinua en forma exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse de pie y sostener las panojas, evitando de este modo el tumbado o vuelco de las plantas. Se recomienda un buen aporque antes de la floración, junto a la fertilización complementaria.

- **Manejo de agua**

Mujica (1997) señala que la lámina de precipitación mínima requerida para producir quinua es de 300 a 500 mm; considera a la quinua como una planta que soporta déficit severo y prolongado de humedad durante las diferentes etapas de su crecimiento y desarrollo; por lo que actualmente en muchos

periodos de crecimiento. Siendo la fase fenológicas de mayor necesidad de agua la germinación, panojamiento y floración.

#### **f. Cosecha**

Mujica (1997) menciona que la cosecha de quinua debe realizarse en el debido oportuno, para evitar no solo las pérdidas por efectos adversos del clima y ataque de aves sino, el deterioro de la calidad del grano. Si a la madurez del cultivo hay un período de humedad ambiental alta (superior al 70%), se produce la germinación de los granos en la panoja, con la consiguiente pérdida de la calidad de la cosecha. La quinua debe ser cosechada cuando las plantas se hayan defoliado y presenten un color amarillo pálido o los granos hayan adquirido una consistencia tal que resistan a la presión con las uñas. La cosecha tradicional de quinua en la zona Andina es totalmente manual cuyas actividades son las siguientes:

- **Siega o corte**

Mujica (1997) manifiesta que la siega se realiza cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica. Esta labor debe efectuarse en las mañanas a primera hora, para evitar el desprendimiento de los granos por efectos mecánicos del corte y uso de las hoces o segaderas.

- **Emparvado**

Mujica (1997) señala que el emparvado se realiza cuando las plantas fueron segadas en la madurez fisiológica, es necesario que estas pierdan aún agua para la trilla, por ello se efectúa el emparvado, que consiste en formar

pequeños montículos con las panojas, debiendo estar las panojas en un solo sentido hasta que tengan la humedad conveniente para la trilla, para que las lluvias, nevadas o granizadas no malogren.

- **Trilla**

Mujica (1997) menciona que la trilla se efectúa sacando las panojas secas de la parva, la cual se extiende sobre mantas preparadas apropiadamente para este fin. En algunos lugares se apisona en un terreno plano. Luego se procede a efectuar el golpeo de las panojas colocadas en el suelo en forma ordenada, generalmente panoja con panoja, cuyos golpes permitirá desprender el grano junto a la broza.

- **Aventado y limpieza del grano**

Mujica (1997) afirma después de la trilla, el grano y la broza fina quedan juntos. Esta labor consiste en separar el grano de la broza (fragmentos de hojas, pedicelos, perigonio, inflorescencias y pequeñas ramas) aprovechando las corrientes de aire, de tal manera que el grano esté completamente limpio.

- **Secado del grano**

Mujica (1997) menciona cuando la trilla se efectúa con panojas secas, es necesario que el grano pierda humedad hasta obtener una humedad comercial y permitir su almacenamiento, puesto que al momento de la trilla los granos contienen entre un 12 a 15% de humedad.



- **Selección del grano**

Mujica (1997) manifiesta que una vez que el grano está completamente seco, se debe proceder a la selección y clasificación del grano, puesto que la panoja produce granos grandes, medianos y pequeños.

- **Almacenamiento**

Mujica (1997) manifiesta una vez clasificado el grano por tamaños y para usos diferenciados, se debe almacenar en lugares frescos, secos y en envases apropiados, que eviten la presencia de roedores y polillas, en ningún caso usar envases de plástico o polipropileno, puesto que ellos facilitan la conservación de humedad, dando olores desapropiados al producto.

### **1.10.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Apaza y Delgado (2005) indican que el cultivo de quinua presenta problemas fitosanitarias provocados tanto por plagas de insectos, pájaros, nematodos y roedores, como por enfermedades producidas por hongos, bacterias y virus, que ocasionan pérdidas directas e indirectas. Pérez (2005) indica que el cultivo de quinua es afectada por insectos desde la etapa de emergencia y hasta la maduración. También menciona que la plaga más importante de la quinua es la *Eurisyca melanocampa*, conocido como “pegador de hojas” “*qhona qhona*”.

Mujica (1993) afirma que puede destruir por completo la producción de granos, debido a su frecuencia e intensidad de sus daños. El ataque de esta plaga se intensifica con los periodos de escasez de precipitaciones pluviales y temperaturas altas propias de veranillos. Referente a enfermedades afirma que la enfermedad más importante y generalizada del cultivo de quinua es "mildiu" (*Peronospora sp.*), que produce una defoliación considerable, que se presenta incluso en condiciones extremas de temperatura, humedad ambiental y precipitación aunque las condiciones ambientales de mayor humedad favorecen el desarrollo del hongo, una vez iniciada la infección por el inóculo si las condiciones ambientales son favorables, continua produciéndose abundantes conidias dando lugar reinfecciones sucesivas en los mismo campos.

Las enfermedades virosas influyen en la calidad del grano a obtenerse no solo en tamaño y vigor de la semilla si no que muchas veces causa producción de granos vanos de color amarillento y deforme, trayendo como consecuencia desvalorización del producto y fuertes pérdidas económicas en caso de ataques severos. La de estas unidades a surcos individuales también identificadas o enumeradas. El procedimiento se puede repetir por dos o varios ciclos hasta lograr la homogeneidad del material.

- **Plagas**

Salís (1985) señala que entre las principales plagas están; insectos cortadores de plantas tiernas (tizonas y gusanos de tierra); insectos

masticadores y defoliadores (*epicauta*) e insectos picadores o chupadores como los pulgones; insectos minadores y destructores de grano (kona kona), polilla, etc.

Bravo y Delgado (1992) indican durante el ciclo vegetativo de la quinua se registra 12 plagas de insectos fitófagos.

Mientras que Zanabria y Banegas (1997) registra hasta 22 plagas; estos, ocasionan daños en forma directa cortando plantas tiernas, masticando, defoliando hojas, destruyendo panojas y granos, cuyas plagas se presentan en el cuadro.

**Cuadro 1.7:** Categorías de plagas en *Chenopodium quinoa* Willd.

Nº	Nombres científicos/Nombres comunes	Categorías
1	<i>Eurysacca quinoae</i> "q'hona q'hona"	Clave
2	<i>Copitarsia turbata</i> "panojero"	Ocasional
3	<i>Epicauta spp.</i> "llama llama"	Potencial
4	<i>Epitrix sp.</i> "piki piki"	Potencial
5	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer) "q!homer usa"	Potencial
6	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> "q!homer usa"	Potencial
7	<i>Liriomyza huidobrensis</i> "mosca minadora"	Potencial
8	<i>Agrotis sp.</i> "silwi kuru"	Potencial
9	<i>Feltia sp.</i> "tikuchi"	Potencial
10	<i>Meloe sp.</i> "uchu kuru" , "llama llama kuru"	Potencial
11	<i>Borogonalia sp.</i> "cigarritas"	Potencial
12	<i>Bergallia sp.</i> "cigarritas"	Potencial
13	<i>perizoma sordescens</i> Dogning "medidores"	Potencial
14	<i>Hymenia sp.</i> "polilla de quinua"	Potencial
15	<i>Paratanus sp</i> "cigarritas"	Potencial
16	<i>Diabrotica viridula</i> "lorito"	Potencial

- **Enfermedades**

Mujica (1977) menciona que la enfermedad de mildiu (*Peronospora farinosa*) es probablemente la más importante y generalizada de la quinua y se encuentra presente en Bolivia, Colombia y Perú. En las enfermedades; muestra una admirable adaptación para su desarrollo y propagación en condiciones donde se cultiva la quinua (baja humedad ambiental y temperaturas bajas con la media anual de 6 a 10°C).

Salís (1985) señala la principal enfermedad de la quinua es el mildiu y otras de menor importancia son: la podredumbre marrón del tallo, la mancha ojival del tallo y la mancha bacteriana. Existen variedades resistentes al mildiu y también fungicidas de comprobada eficacia.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

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

El presente trabajo de investigación se condujo en los campos de cultivo del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, INIA, se ubica en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2735 msnm, 13°10' 09" latitud sur y a 74°12'82" longitud oeste; la pendiente del terreno varia de 1 a 1.5%.

#### **2.2. CARACTERISTICAS DEL SUELO**

El análisis del suelo es imprescindible conocer las características físico - químico del suelo, se tomó muestras de suelo a 20 cm de profundidad del terreno experimental, de acuerdo al método convencional, obteniendo una muestra compuesta de 1.0 kg de suelo, que se remitió al Laboratorio de Análisis de Aguas y Suelos, Estación Experimental Canaán – Ayacucho, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.1

**Cuadro 2.1:** Características químicas y físicas del suelo de la zona de estudio.

COMPONENTES		VALOR	METODO	INTERPRETACION
Químico	pH	6.87	Potenciometro	Ligeramente ácido
	Materia orgánica (%)	1.03	Oxidacion Walkley Black	Bajo
	N- Total (%)	0.05	Kjendahl	Bajo
	P-disponible (ppm)	9.21	BrayKurtz	Alto
	K-disponible (ppm)	162	Turbidimetro	Alto
	C.E. (ds/cm)	0.1		Ligeramente salino
Físico	Arena (%)	52	Hidrometro	-
	Limo (%)	20	Hidrometro	-
	Arcilla (%)	28	Hidrometro	-
	Clase textural			Franco Arcillo Arenoso

**Fuente:** Laboratorio de Análisis de Aguas y Suelos Estación Experimental Agraria Canaán - Ayacucho.

El análisis químico y físico del suelo que representa en el cuadro muestra resultados que se tiene un suelo de textura franco arcillo arenoso, con un pH de 6.87 determinado en H<sub>2</sub>O que corresponde a un suelo neutro, un valor ideal para el crecimiento de las plantas, el porcentaje de materia orgánica 1.03% corresponde a un suelo pobre; el nitrógeno total (0.05%) es bajo; el fósforo total con 9.21 ppm es alto y el potasio disponible con 162 ppm es bajo. Ibañez y Aguirre (1983) según el porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a un suelo de clase textural franco arcilloso.

### 2.3. CONDICIONES CLIMATICAS

El registro de datos climáticos (temperatura y precipitación) de la campaña agrícola 2014 – 2015, fueron tomadas de la Estación Meteorológica de INIA Sub Gerencia de Operaciones y Mantenimiento (OPEMAN), situado en las coordenadas 13° 10' 00.06" latitud sur y 74° 12' 22.92" longitud oeste, a una altitud de 2735 msnm.

El cuadro 2.2 reporta precipitaciones, temperaturas máximas, media y mínimas mensuales correspondientes a la campaña agrícola setiembre 2014 a julio de 2015. En base a estos datos se procedió a calcular el balance hídrico. El grafico 2.1, muestra la temperatura promedio máxima mensual de 27.88°C, la temperatura media de 17.35°C y la mínima de 6.82°C.

En el balance hídrico correspondiente según comportamiento meteorológico los meses más húmedos fueron setiembre 2014, luego de noviembre 2014 a abril 2015 y un déficit de humedad en los meses de junio, julio y agosto de 2014; mientras el año 2015 los meses de mayo, junio y julio.

**Cuadro 2.2:** Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la estación meteorológica de INIA (2014 – 2015) - Ayacucho.

**DISTRITO:** Andrés Avelino C. Dorregaray

**ALTITUD** : 2735 msnm

**PROVINCIA:** Huamanga

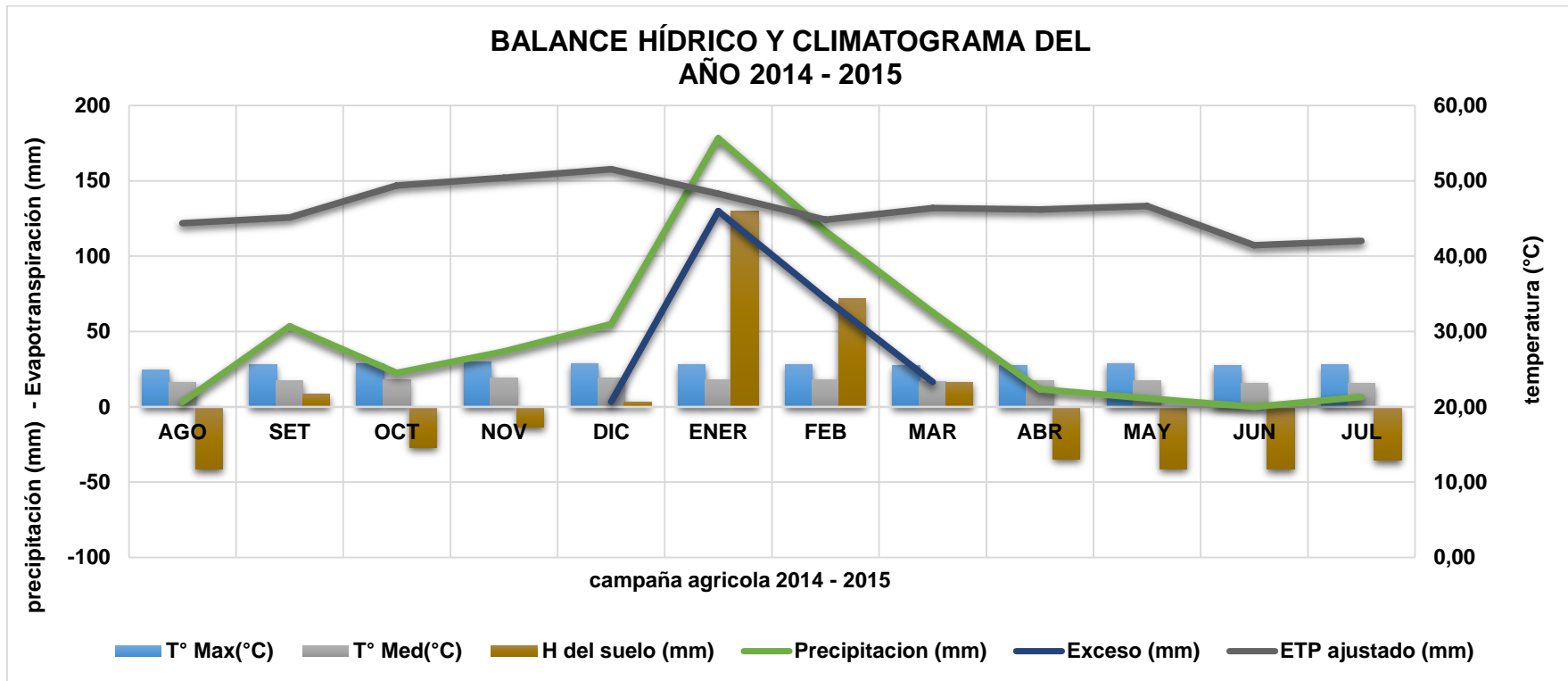
**LATITUD** : 13° 10' 00.06''

**DEPARTAMENTO:** Ayacucho

**LONGITUD** : 74° 12' 22.92''

AÑO MESES	2014					2015							Total anual	Media
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		
T° Max(°C)	24.54	28.2	28.4	29.8	28.8	28.2	28.2	27.4	27.2	28.8	27.2	27.8		27.88
T° Min(°C)	8.29	6	7.8	8.4	9	7.2	8.2	6.6	7.8	5.4	4.2	3		6.82
T° Med(°C)	16.4	17.1	18.1	19.1	18.9	17.7	18.2	17	17.5	17.1	15.7	15.4		17.35
Número de días	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31		
Factor	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96		
Precipitación (mm)	3.1	53.4	22.6	36.7	54.9	178.2	116.6	62.8	11.7	5.6	0	6.6	552.2	0.55
ETP (mm)	81.42	82.08	89.78	91.68	93.74	87.79	81.54	84.32	84.00	84.82	75.36	76.38	1012.91	
Factor de corrección	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55		
ETP ajustado (mm)	44.39	45.14	49.38	50.42	51.56	48.29	44.84	46.38	46.20	46.65	41.45	42.01		
H del suelo (mm)	-41.29	8.26	-26.78	-13.72	3.34	129.91	71.76	16.42	-34.50	-41.05	-41.45	-35.41		
Exceso (mm)		8.26			3.34	129.91	71.76	16.42						
Déficit (mm)	-41.29		-26.78	-13.72					-34.50	-41.05	-41.45	-35.41		





Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 2.1:** Estación Meteorológica CANAÁN – INIA 2735 msnm. AYACUCHO

## 2.4. MATERIAL GENÉTICO

En el presente experimento estuvo conformado por siete cultivares de quinua grano blanco, 6 cultivares nuevos y una variedad local de testigo (Blanca Junín Ayacucho), procedentes de dos regiones del Perú; Ayacucho y Junín, Estos materiales son, colecciones realizados por Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA), Canaán - Ayacucho:

Los cultivares se detallan en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3.** Siete cultivares de quinua grano blanco utilizado en el experimento.

<b>CULTIVARES Y/O LÍNEAS</b>	<b>PROCEDENCIA</b>
Compuesto Blanco Ayacucho	Ayacucho
Blanca Junín Ayacucho	(valle)
Selección Blanca	
Compuesto 7/97	Huancayo
Compuesto B	
Compuesto Blanca Junín Huancayo	(valle)
Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo	

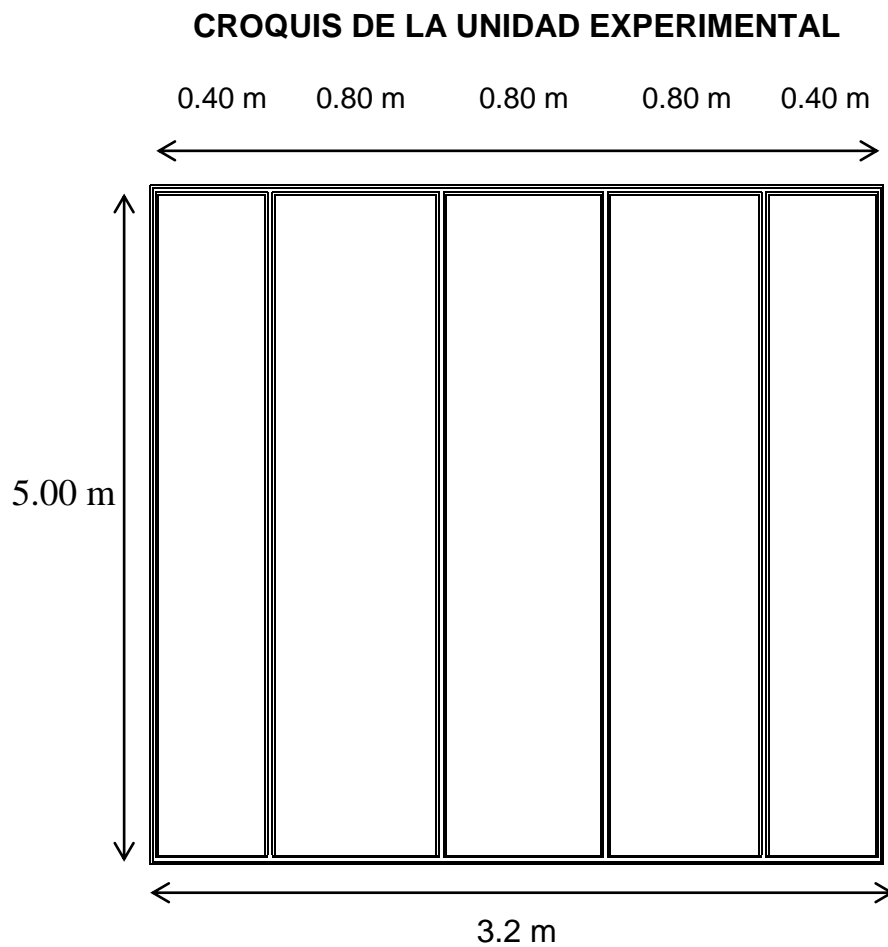
## 2.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformado por una parcela de cuatro surcos, del cual se seleccionó dos surcos centrales para la evaluación del experimento y los surcos extremos se eliminaron por efecto de borde; con su respectiva repetición por cada cultivar; de las cuales se eligió 10 mejores plantas de cada cultivar, para tal propósito se instaló un cultivar por parcela, en 4 surcos de 5 m de largo, 0.80 m de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 12 kg.ha<sup>-1</sup>, en el raleo se dejaron aproximadamente

15 a 20 plantas por metro lineal. Se estableció en el experimento siete cultivares de la mezcla proporcionada de la colección de quinua grano blanco.

### PARCELA O UNIDAD EXPERIMENTAL

- Largo de parcela : 5.00 m
- Ancho de parcelas : 3.20 m
- Número de surcos : 4 surcos
- Área de parcela : 16 m<sup>2</sup>

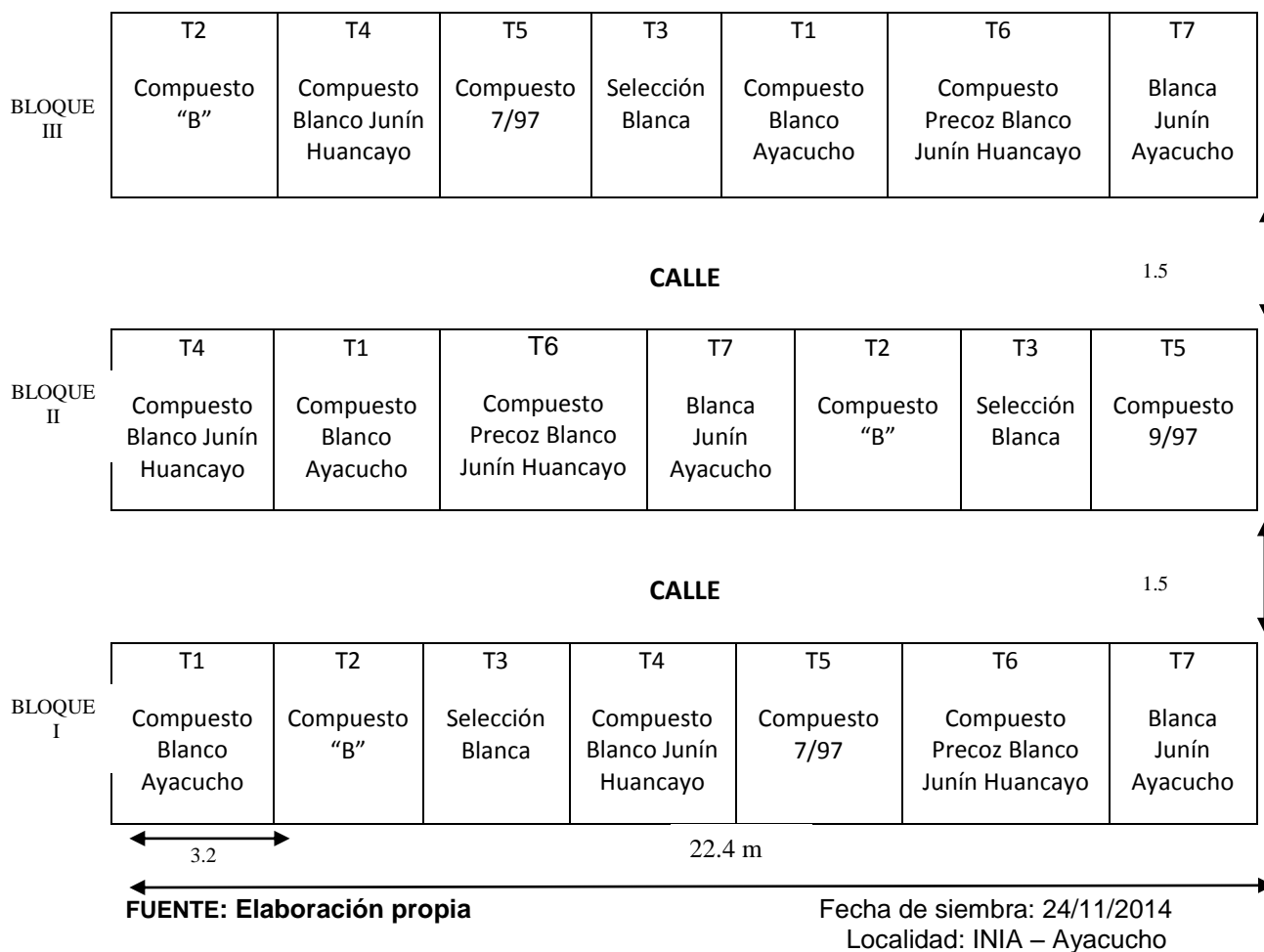


## 2.6. CAMPO EXPERIMENTAL

### Bloques

- ✓ Número de parcelas por bloque : 7 parcelas
- ✓ Número Total de parcelas : 21 parcelas
- ✓ Número de bloques ( repeticiones) : 03
- ✓ Largo del bloque : 5 m
- ✓ Ancho del Bloque : 22.4 m
- ✓ Área del bloque : 336 m<sup>2</sup>
- ✓ Área total del experimento : 403.2 m<sup>2</sup>
- ✓ Área de las calles : 67.2 m<sup>2</sup>

### CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



## 2.7. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se realizó considerando el Diseño Bloque Completo Randomizado DBCR con siguiente.

Modelo aditivo lineal (MAL).

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

Dónde:

$Y_{ij}$ : Es una observación del i-ésimo cultivar y j-ésimo bloque

$\mu$ : Promedio general

$\tau_i$ : Es el efecto del i-ésimo cultivar

$\beta_j$ : Es el efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$ : Error experimental en el i-ésimo cultivar y j-ésimo bloque

## 2.8. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

### 2.8.1. Caracteres de productividad

Se realizaron las siguientes observaciones: se evaluaron 10 plantas tomados de los dos surcos medios para todos los bloques de acuerdo a los descriptores de quinua publicadas por el consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF).

- ✓ **Altura de planta a la madurez fisiológica (cm).** Se evaluó la medida entre el cuello de la raíz y la base de la panoja principal de acuerdo a los parámetros que indican los descriptores.

- ✓ **Longitud de la panoja (cm).** Se consideró la medida (a la madurez fisiológica) entre la base de la panoja y el extremo distal de la misma.
- ✓ **Ancho de la panoja(cm).** El ancho de panoja se consideró a la madurez fisiológica, esta medida fue registrada en la parte más ancha de la panoja.
- ✓ **Peso de panoja (g).** Las panojas marcadas se cosecharon por separado, las mismas que servirán para determinar el peso de la panoja (en la madurez de cosecha).
- ✓ **Peso de grano/panoja (g).** Luego del trillado de las panojas cosechadas por separado se registró, el peso de grano por panoja.
- ✓ **Peso de 1000 semilla (g).** Se registró 3 repeticiones del peso de 500 semillas por muestra, luego fueron expresadas en peso de 1000 semillas.
- ✓ **Tamaño de grano (mm).** Se consideró la medida de 10 granos de quinua al azar las cuales se midieron con el uso de vernier.
- ✓ **Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>).** Se registró el peso del grano trillado, esta medida se expresó en kg.ha<sup>-1</sup>. El rendimiento se determinó cosechando 10 panojas de los surcos centrales en los siete cultivares en estudio, descartando los dos surcos extremos de cada parcela por efecto del borde.
- ✓ **Plagas.** Presencia de plagas se evaluó desde el inicio de la emergencia hasta la madurez fisiológica en los tres bloques de siete cultivares, observándose algunos daños producidos desde la emergencia hasta la madurez fisiológica del cultivo. Para lo cual se tomó 10 plantas de cada

cultivar del primer bloque y otros 20 plantas de los bloques restantes, la cual se dividió la planta en 3 partes inferior, medio y superior, se tomó al azar una hoja y se observó el daño ocasionado por la plaga. Basado con un cuadro de porcentaje de daño de plagas, esto se realizó en 3 partes de la planta. Para una mejor explicación se expresó en porcentajes las incidencias, el promedio se reporta en los resultados. Por lo cual se observó las principales plagas potenciales de insectos masticadores y defoliales, así mismo insectos picadores y chupadores de hojas, las aves que ocasionaron daños en el cultivo de quinua podrían haber reducido la actividad fotosintética y el rendimiento de grano.

- ✓ **Enfermedades.** La enfermedad más común en la quinua es el Mildiú (*Peronospora farionosa*) y la chupadera fungosa (*Fusarium sp.*). Para el cual han sido evaluados la incidencia de los principales patógenos, se evaluó cada 20 días el porcentaje de daño ocasionado a las hojas, desde la emergencia hasta el inicio de panojamiento en los siete cultivares de quinua. se eligió 3 plantas de cada cultivar, con sus repeticiones del segundo y tercer bloque, la cual se dividió la planta en 3 partes inferior, medio y superior, se eligió al azar una hoja y se observó el daño ocasionado por el patógeno, basado con un cuadro de porcentaje el daño de enfermedades, producidos en las hojas y tallos de las plantas principalmente durante la fase fenológica del cultivo, los cuales se reportan en porcentajes los resultados, la evaluación se ha realizado de acuerdo al autor Danielsen y Ames (2000).

## **2.8.2. Caracteres de precocidad.**

Los caracteres de precocidad de las plantas representativas se evaluaron igualmente competitivos, al azar de la parte central de cada surco.

### ➤ **Emergencia (dds).**

Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando el 50 % + 1 del área sembrada presenten plántulas.

### ➤ **Días al estado de dos hojas verdaderas.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presenten las dos hojas verdaderas extendidas.

### ➤ **Días al estado de cuatro hojas verdaderas.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presenten las cuatro hojas verdaderas extendidas.

### ➤ **Días al estado de seis hojas verdaderas.**

Se determinará teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presenten las seis hojas verdaderas.

### ➤ **Días al estado de ramificación.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas se observen ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.



➤ **Días al estado del inicio de panojamiento.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas, la inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes.

➤ **Días al estado de panojamiento.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron la inflorescencia sobresaliente con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; y cuando se puedan observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados.

➤ **Días al estado de la floración.**

Se determinó cuando el 50 % de las flores de la inflorescencia se encontraron abiertas, esta observación se realizó a medio día.

➤ **Días al estado de grano lechoso.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta el 50 % + 1 de las plantas presenten 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.**

Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presenten los frutos al ser presionados presenten una consistencia pastosa de color blanco.

➤ **Días al estado de madurez fisiológica.**

Se consideró el número de días desde la siembra hasta la cosecha; es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración y 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 de grano, en esta etapa ocurre amarillamiento y defoliación completa de la planta, se realizó teniendo en cuenta las condiciones óptimas para la cosecha y estos superen más del 50% de la población de plantas en cada uno de los surcos.

## **2.9. SANIDAD**

### **Plagas.**

La identificación de las principales plagas que ocasionaron daños en las hojas y tallos de los cultivos en las etapas fenológicas, fue desde la emergencia hasta plena formación de grano lechoso de los cultivos de quinua: El ataque de estos insectos es vulnerable en periodos de sequía como, el Escarabajo de hoja (*Diabrotica viridula*), llama llama (*Epicauta willei*) y las langostas (*Schistocerca piceifrons peruviana*), estas plagas han sido identificadas en los siete cultivares de quinua, porque atacan en las fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en estado pastoso o plena

madurez fisiológica. León (2003) indica las aves ocasionan caída del grano de panojas este ataque es notorio en el rendimiento que puede llegar a reducir entre 30 a 40% de producción en variedades dulces.

### **Enfermedades**

Las principales enfermedades del cultivo de quinua es Mildiú (*Peronospora farinosa*) y su capacidad de desarrollo, propagación y adaptación del patógeno es mayor en condiciones ambientales con alta humedad; que ocasionan mayores daños a las hojas, reduciendo la actividad fotosintética y la chupadera fungosa (*Fusarium*) causa mayores daños a nivel del cuello de los tallos de la planta, ha sido identificados en los primeros etapas fenológicas del cultivo de quinua desde la emergencia hasta la ramificación.

### **2.10. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA**

Las características morfológicas se evaluaron en 10 plantas igualmente competitivas, tomando al azar de la parte central del surco. Descriptores empleados en la caracterización 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. El resumen del descriptor se encuentra en el Anexo 3.

### **2.11. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **a). Preparación del terreno**

Se procedió con la pasada de arado de disco y rastra dejando el terreno desterronado, mullido, nivelado y homogéneo, esta actividad ha sido

realizado a fines del mes de octubre 2014. Luego se realizó el surcado correspondiente a un distanciamiento de entre surcos 0.80 m y extremo del surco 0.40m. Esta labor se realizó manualmente para la siembra en la fecha mencionada.

#### **b). Demarcación y estacado del campo experimental**

En la demarcación del campo experimental se utilizaron estacas; los trazos se realizaron con apoyo de wincha y cordel según el croquis experimental de la parcela.

#### **c). Fertilización**

La fórmula de fertilización empleada en el presente trabajo experimental fue de 80 – 80 – 40 Kg.ha<sup>-1</sup> de NPK y 150 Kg.ha<sup>-1</sup> de Guano de isla, considerando el análisis del suelo y las recomendaciones de la Estación Experimental Canaán (INIA), se utilizó Fosfato di Amónico (18% N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y se utilizó la Urea (46% N) y Cloruro de Potasio (60% K<sub>2</sub>O). Previa a la siembra se mezcló los fertilizantes y se incorporó manualmente a “chorro continuo” al fondo de los surcos, cubriendo luego con una delgada capa de tierra, el nitrógeno se aplicó en 2 fracciones (en la siembra 24 de noviembre 2014 y al aporque 4 de enero 2015). El fósforo y el potasio se aplicó todo a la siembra.

#### **d). Siembra**

Se realizó el 24 de noviembre del 2014 con una densidad de siembra 12 Kg.ha<sup>-1</sup>, depositando la semilla al fondo del surco a chorro continuo y procediendo con el tapado correspondiente.

#### **e). Riego**

El cultivo se condujo bajo condiciones de precipitación pluvial, complementando con dos riegos durante el periodo vegetativo del cultivo, por ausencia de la precipitación. Los riegos se realizaron por gravedad a los 100 y 120 días después de la siembra; se mantuvo limpio el campo experimental.

#### **f). Control de malezas**

El deshierbo se realizó manualmente en tres oportunidades, el primero fue al momento del jalmeo (28 días después de la siembra), el segundo en la etapa de inicio de panojamiento (45 días después de la siembra) y el tercero en el inicio grano lechoso (70 días después de la siembra), cabe resaltar que el deshierbo de las calles de las parcelas ha sido permanentemente, con la finalidad de evitar la competencia entre cultivo y la maleza, el control se efectuó manualmente en su debido oportuno. Esta labor se efectuó a los 28, 45 y 70 días después de la siembra; por consiguiente se mantuvo limpio el campo experimental.

#### **g). Raleo**

Se realizó antes del aporque a los 53 días (15 enero del 2015) después de la siembra, dejando aproximadamente 10 a 15 plantas por metro lineal. Esta labor se realizó para aprovechar y eliminar plantas atípicas evitando la competencia entre cultivo.

#### **h). Aporque**

Esta actividad se realizó 2 aporques a los 57 y 72 días después de la siembra (4 y 19 de enero del 2015), cuando las plantas presentaron una altura de 27 cm y la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno; cubriéndose la base de las plantas con suelo agrícola, para un mayor sostenimiento y anclaje de las plantas evitando el tumbado; así mismo para eliminar las malezas y dar aireación a la base radicular de las plantas y favorecer un mayor desarrollo radicular.

#### **i). Control fitosanitario**

Las plagas más importantes que se presentaron durante 3 primeros meses fueron, el insecto masticador y perforador de hojas (*Diabrotica sp.*) y el pulgón (*Myzus persicae*), como insecto picador chupador. Por lo cual se realizó el control después de la emergencia y después del aporque (16 de febrero 2015), utilizando el producto químico Cyperklin 25 CE con una dosis de 20 cc y un adherente de 5 cc, para una mochila de 15 litros. La enfermedad principal que se presentó fue el mildiú (*Peronospora farinosa*), que apareció durante el periodo de seis hojas verdaderas y ramificación de la planta, lo cual se procedió a controlar con los productos químicos Ridomil Gold MZ 68 WP (Metalaxy-M) y Benlate en polvo 5 y 3 cucharadas para una mochila de 15 litros.

#### **j). Abonamiento foliar**

Se aplicó el abono foliar Grow More 20-20-20 de 3.5 a 4 Kg.ha<sup>-1</sup> y Bayfolan de 1.5 a 2 l.ha<sup>-1</sup>, se realizó la aplicación después de la emergencia y después del aporque junto con las aplicaciones fitosanitarias.

### **k). Cosecha**

Se realizó previa evaluación a la madurez de cosecha de los granos, muestreando los surcos de cada cultivar para evaluar el rendimiento. Se cortaron y guardaron 10 panojas de cada cultivar en costales con sus respectivas etiquetas de identificación para luego realizar el pesado de panojas. El secado de panojas se hizo al aire libre sobre costales y tolderas posteriormente se procedió con el trillado en forma manual, luego de ventear, secado de grano y se procedió el pesado de granos en la balanza analítica en el laboratorio de INIA. Esta actividad se realizó del 01 de marzo hasta 05 de abril del 2015.

### **2.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El presente estudio experimental se desarrolló mediante el análisis de Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) y la prueba de contraste de Tukey; las respuestas se analizaron mediante los cuadrados medios de análisis de variancia, para el cálculo de rendimiento de los siete cultivares de quinua grano blanco. Siendo el mejor método estadístico experimental para una evaluación de caracteres de productividad y el análisis descriptivo en los caracteres de precocidad, caracteres morfológicos, la incidencia de plagas y enfermedades, entre los cultivares estudiados en el presente investigación, se determinó basándose en la metodología recomendada por Calzada, (1982).

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

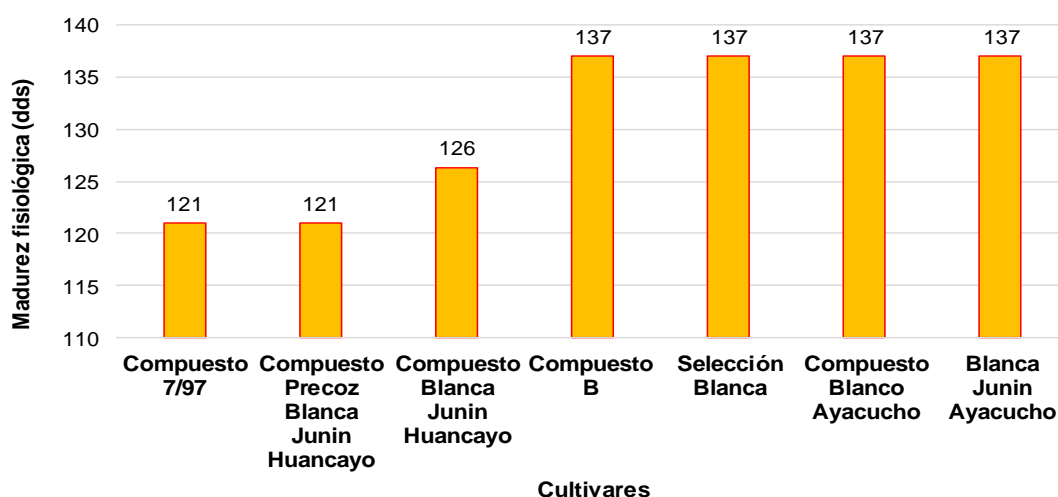
#### **3.1. Caracteres de precocidad**

En el cuadro 3.1, se muestran las características de precocidad de los siete cultivares de quinua grano blanco, no se observaron diferencia en los días de emergencia, por lo que estos son homogéneos en cuanto a su precocidad, empezando a diferenciarse notoriamente a la etapa de dos hojas verdaderas hasta la madurez fisiológica. Se considera que los cultivares de quinua grano blanco evaluados en los 10 caracteres de precocidad a la madurez fisiológica se logró obtener el mejor indicador de precocidad, sin embargo se observaron resultados a los 121 días dos cultivares (Compuesto 7/97, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo), a los 126 días un cultivar (Compuesto Blanca Junín Huancayo) y en 137 días cuatro cultivares el (Compuesto B, Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho y Blanca Junín Ayacucho). León (2003) indica que los cultivares con madures fisiológica menores de 167 días después de la siembra son precoces.



**Cuadro 3.1.** Caracteres de precocidad (días después de la siembra) de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán – INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Emergencia	2 hojas	4 hojas	6 hojas	Ramificación	Panojamiento	Floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Madurez fisiológica
Compuesto 7/97	5	23	31	43	51	58	79	100	114	121
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	5	23	31	43	51	58	79	100	114	121
Compuesto Blanca Junin Huancayo	5	23	31	43	51	58	79	102	114	126
Compuesto B	5	23	31	43	51	58	86	107	121	137
Selección Blanca	5	23	31	43	51	58	86	107	121	137
Compuesto Blanco Ayacucho	5	23	31	43	51	58	86	107	121	137
Blanca Junin Ayacucho	5	23	31	43	51	58	86	107	121	137



**Figura 3.1.** Madurez fisiológica de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán – INIA, 2735 msnm. Ayacucho

### 3.2. Caracteres de productividad.

En el cuadro 3.2. Podemos observar el análisis de variancia del experimento entre los 7 cultivares de quinua de grano blanco. Para los caracteres de productividad: altura de planta (cm), longitud de panoja (mm), diámetro de

panoja (mm), peso de panoja (g), peso de grano/panoja (g), tamaño de grano (mm), peso de 1000 semillas (g), y rendimiento de grano/hectárea (g), entre los cultivares.

En los cuadrados medios de análisis de variancia para caracteres de productividad, existe una diferencia altamente significativa en las fuentes de variación entre los siete cultivares de los parámetros evaluados, altura de planta, diámetro de panoja, longitud de panoja y peso de 1000 semillas y en los caracteres peso de panoja, tamaño de grano y rendimiento por hectárea no se encontró diferencia significativo entre cultivares respectivamente. Para tal efecto los coeficientes de variación están dentro del rango aceptable para el presente estudio experimental.

**Cuadro 3.2.** Cuadrados medios del análisis de variancia para los caracteres de productividad en siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán – INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Fuente	Grados de libertad	Cuadrados medios							
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Tamaño de grano	Peso de 1000	Rendimiento por hectárea
Bloque	2	69.57 ns	2.19 **	2424.09 ns	886.33 ns	2789.99 *	0.0014 ns	0.0014 ns	103981 ns
Cultivar	6	333.11 **	1.64 **	25694.68 **	7003.87 **	752.93 ns	0.0083 ns	0.1598 **	194010 ns
Error	12	41.27	0.28	3198.10	1053.61	672.76	0.0042	0.0037	80543
Total	20								
Promedio		195.42	14.03	546.30	194.81	161.44	2.23	2.81	1979.17
CV (%)		3.29	3.74	10.35	16.66	16.07	2.91	2.15	14.34

### 3.2.1. Altura de planta

**Cuadro 3.3.** Prueba de Tukey de la altura de planta de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Altura de planta	Tukey (0.05)		
	cm			
Selección Blanca	209.3	a		
Compuesto B	207.6	a	b	
Compuesto Blanco Ayacucho	201.8	a	b	c
Blanca Junin Ayacucho	189.7		b	c
Compuesto 7/97	189.1			c
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	186.4			c
Compuesto Blanca Junin Huancayo	184.0			c

En el cuadro 3.3. Muestra la prueba de Tukey para la altura de la planta existe una diferencia estadística entre los siete cultivares, la mayor altura de la planta a la madurez fisiológica fueron: Selección Blanca (209.3 cm), Compuesto B (207.6 cm) y compuesto Blanco Ayacucho (201.8 cm), quienes presentaron valores estadísticos altos homogéneos sin diferencia.

Mientras los cultivares: Blanca Junín Ayacucho (189.7 cm), Compuesto 7/97 (189.1 cm), Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (186.4 cm) y Compuesto Blanca Junín Huancayo (184 cm), alcanzaron menor altura de la planta en forma homogénea. Se puede concluir que la altura de planta depende de la variedad, medio ambiente e interacción del factor genético y medio ambiente, citado por Mujica (1993). Otros estudios realizados por, Choquechagua (2011) indica en 25 cultivares de grano blanco, obtuvo que la altura de la planta vario de 151.9 cm a 61.7 cm, estos resultados son inferiores a los datos obtenidos en el presente estudio experimental esto quizá debido a la variación genética de los cultivos de grano blanco.

### 3.2.2. Diámetro de tallo principal

**Cuadro 3.4.** Prueba de Tukey del diámetro de tallo principal de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Diámetro de tallo principal	Tukey (0.05)		
	mm			
Compuesto 7/97	15.3	a		
Compuesto Blanco Ayacucho	14.5	a	b	
Compuesto Blanca Junin Huancayo	14.2	a	b	
Selección Blanca	14.1	a	b	
Compuesto B	13.6		b	
Blanca Junin Ayacucho	13.3		b	
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	13.2		b	

En el cuadro 3.3. Muestra la prueba de Tukey para el diámetro del tallo principal de la planta existe diferencia estadística entre los siete cultivares, el mayor diámetro del tallo principal a la madurez fisiológica fueron: Compuesto 7/97 (15.3mm), compuesto Blanco Ayacucho (14.5mm), Compuesto Blanca Junín Huancayo (14.2mm) y Selección Blanca (14.1mm), quienes presentaron valores estadísticos similares.

Mientras los cultivares: Compuesto B (13.6mm), Blanca Junín Ayacucho (13.3mm) y Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (13.2mm), desarrollaron menor diámetro del tallo obteniéndose en forma homogéneo sin diferencia.

### 3.2.3. Longitud de panoja

**Cuadro 3.5.** Prueba de Tukey de la longitud de panoja de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Canaán 2735 msnm. Estación Experimental Canaán - INIA, Ayacucho

Cultivar	Longitud de panoja	Tukey (0.05)		
	mm			
Compuesto Blanco Ayacucho	630.0	a		
Compuesto B	618.7	a		
Selección Blanca	606.3	a		
Blanca Junin Ayacucho	581.0	a	b	
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	555.0	a	b	c
Compuesto Blanca Junin Huancayo	433.8		b	c
Compuesto 7/97	399.3			c

En el cuadro 3.5. Muestra la prueba de Tukey para la longitud de panoja a la madurez fisiológica existe diferencia estadística entre los cultivares, la mayor longitud de panoja fueron: Compuesto Blanco Ayacucho (630 mm), Compuesto B (618.7 mm), Selección Blanca (606.3 mm), Blanca Junín Ayacucho (581 mm) y Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (555 mm). Quienes presentaron resultados similares homogéneos. Mientras que los cultivares: Compuesto Blanca Junín Huancayo (433.8 mm) y compuesto 7/97 (399.3 mm), alcanzaron menor longitud de panoja similares sin diferencia. Otros estudios realizados por Choquechahua (2011) en 25 cultivares de grano blanco, obtuvo que la longitud de panoja varió de 55.9 cm a 30.9 cm; los resultados del presente trabajo experimental es superior. Mujica A. y Marathee P. (2001) señalan que la longitud de panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud.

### 3.2.4. Ancho de panoja

**Cuadro 3.6.** Prueba de Tukey del ancho de panoja de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Ancho de panoja	Tukey (0.05)		
	cm			
Selección Blanca	25.0	a		
Compuesto Blanco Ayacucho	24.5	a		
Blanca Junin Ayacucho	22.7	a	b	
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	20.2	a	b	
Compuesto B	16.5	a	b	
Compuesto 7/97	14.1		b	
Compuesto Blanca Junin Huancayo	13.5		b	

En el cuadro 3.6. Presenta la prueba de Tukey para el ancho de panoja a la madurez fisiológica existe diferencia estadística entre los siete cultivares, con mayor ancho de panoja fueron: Selección Blanca (249.7 mm), Compuesto Blanco Ayacucho (245 mm), Blanca Junín Ayacucho (226.7 mm), Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (201.7 mm) y Compuesto B (165.3 mm). Quienes presentaron valores estadísticos homogéneo sin diferencia. Mientras los cultivares: Compuesto 7/97 (140.7 mm y Compuesto Blanca Junín Huancayo (134.7 mm). alcanzaron menor ancho de panojas similares.

### 3.2.5. Peso de panoja

**Cuadro 3.7.** Prueba de Tukey del peso de panoja de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Peso de panoja	Tukey (0.05)		
	g			
Compuesto 7/97	187.6		a	
Compuesto B	172.0		a	
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	164.5		a	
Compuesto Blanco Ayacucho	164.3		a	
Blanca Junin Ayacucho	154.3		a	
Compuesto Blanca Junin Huancayo	145.8		a	
Selección Blanca	141.6		a	

En el cuadro 3.7. Demuestra la prueba de Tukey para el peso de panoja a la madurez fisiológica no existe diferencia estadística entre los cultivares, alcanzando el rango de peso de panoja máximo fueron: compuesto 7/97 (187.6 g), Compuesto B (172 g), Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (164.5 g) y Compuesto Blanco Ayacucho (164.3 g), el peso mínimo de panoja fueron: Blanca Junín Ayacucho (154.3 g), Compuesto Blanco Junín Huancayo (145.8 g) y selección Blanca (141.6 g), quienes presentaron resultados similares. Apaza y Vidal (2005) indican que el peso de panoja varía entre 91.10 a 114.0 g; siendo los resultados es superior para el presente trabajo de investigación.



### 3.2.6. Tamaño de grano

**Cuadro 3.8.** Prueba de Tukey del tamaño de grano de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Tamaño de grano	Tukey (0.05)		
	mm			
Blanca Junin Ayacucho	2.300		a	
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	2.267		a	
Compuesto 7/97	2.267		a	
Compuesto Blanca Junin Huancayo	2.233		a	
Compuesto Blanco Ayacucho	2.200		a	
Compuesto B	2.167		a	
Selección Blanca	2.167		a	

En el cuadro 3.8. Presenta la prueba Tukey para el tamaño de grano, señala que no se logró demostrar diferencias estadísticas entre los siete cultivares. Alcanzando el rango máximo en tamaño de grano como: Blanca Junín Ayacucho (2.300 mm), Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (2.267 mm), Compuesto 7/97 (2.267 mm), Compuesto Blanco Junín Ayacucho (2.233 mm), Compuesto Blanca Ayacucho (2.200 mm), mientras el Compuesto B (2.167 mm) y selección Blanca (2.167 mm) quienes obtuvieron menor tamaño de grano, cuyos resultados alcanzados son grandes y homogéneos, varía en un rango de 2.300 mm a 2.167 mm.

### 3.2.7. Peso de 1000 semillas

**Cuadro 3.9.** Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Peso de 1000 semillas	Tukey (0.05)				
	g					
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	3.100	a				
Compuesto 7/97	3.033	a				
Compuesto Blanca Junin Huancayo	2.967	a	b			
Blanca Junin Ayacucho	2.800		b	c		
Compuesto Blanco Ayacucho	2.733			c	d	
Selección Blanca	2.567				d	e
Compuesto B	2.500					e

En el cuadro 3.9. Muestra la prueba de Tukey para el peso de 1000 semillas, demuestran que existe una diferencia estadística significativa entre los cultivares. De los siete cultivares se puede agrupar en 3 categorías; los valores altos fueron: Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo (3.100 g) y Compuesto 7/97 (3.033 g) son homogéneos; mientras los valores intermedios fueron: Compuesto Blanca Junín Huancayo (2.967g), Blanca Junín Ayacucho (2.800 g) y Compuesto Blanco Ayacucho (2.733 g) con resultados similares; los valores bajos fueron: Selección Blanca (2.567g) y Compuesto B (2.500 g). Los cuales están demostrando una diferencia significativa entre el peso de 1000 semillas en los cultivares.

Otros estudios realizados por 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. Cuyos resultados obtenidos de peso de 1000 semillas se encuentran en el intervalo mencionado.

### 3.2.8. Rendimiento de grano

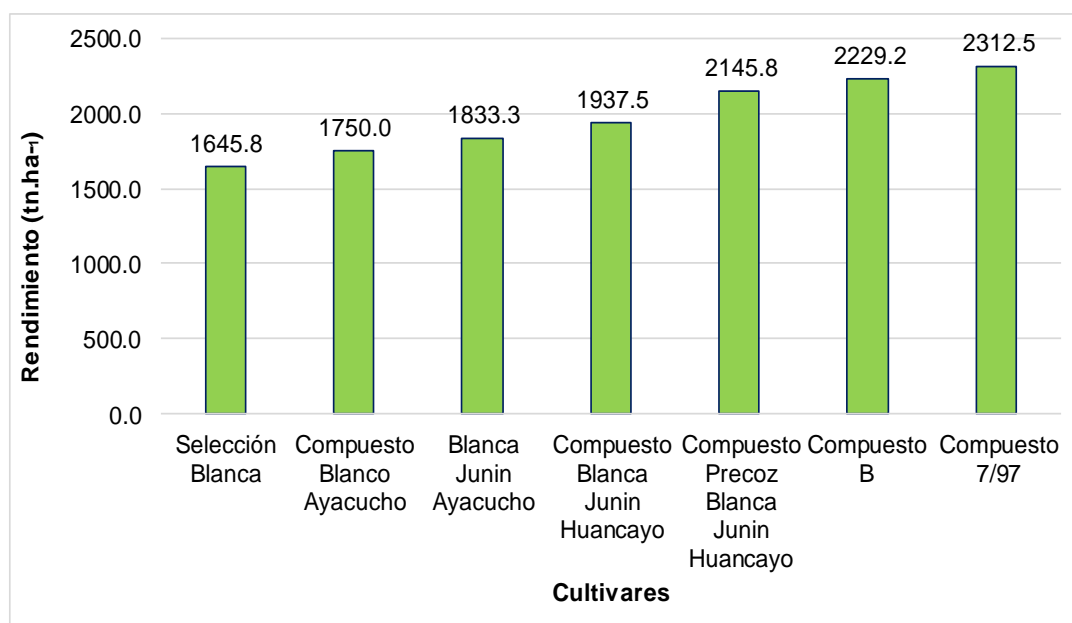
**Cuadro 3.10.** Prueba de Tukey del rendimiento de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Rendimiento por hectárea	Tukey (0.05)	
	kg.ha <sup>-1</sup>		
Compuesto 7/97	2312.5	a	
Compuesto B	2229.2	a	
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	2145.8	a	
Compuesto Blanca Junin Huancayo	1937.5	a	
Blanca Junin Ayacucho	1833.3	a	
Compuesto Blanco Ayacucho	1750.0	a	
Selección Blanca	1645.8	a	

En el cuadro 3.10. Demuestra la prueba de Tukey para el rendimiento de grano, no existe una diferencia estadística significativa entre los siete cultivares. Observando el rendimiento más alto en Compuesto 7/97 (2312.5 kg.ha<sup>-1</sup>) y el rendimiento más bajo es; Selección Blanca (1645.8 kg.ha<sup>-1</sup>). Los cuales demuestran rendimientos similares entre los cultivares. Además la presencia de aves, palomas y langostas habrían reducido considerablemente el rendimiento del cultivo aproximadamente a la madurez

fisiológica. Los cultivares nuevos: Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho, Compuesto Blanca Junín Huancayo, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo, Compuesto B y Compuesto 7/97) no se diferencian de Blanca Junín Ayacucho en sus rendimientos promedios, por lo que estos son nuevas alternativas para la diversificación del cultivo, en el mismo potencial productivo.

Otros estudios realizados por Choquecagua (2011) en 25 cultivares de grano blanco, obtuvo que el rendimiento de grano varió de 8171 a 2375 kg.ha<sup>-1</sup>. Los resultados obtenidos están dentro del intervalo del reporte del autor. Se concluye que se obtuvo un rendimiento similar en los cultivares.



**Figura 3.2.** Rendimiento de grano de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán – INIA, 2735 msnm. Ayacucho

### 3.2.9. Correlación entre variables

**Cuadro 3.11.** Correlación simple de caracteres de productividad de siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán - INIA, 2735 msnm. Ayacucho

	Altura de planta	Diámetro de tallo principal	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Tamaño de grano	Peso de 1000 semillas	Rendimiento por hectárea
	cm	mm	mm	mm	g	mm	g	kg.ha-1
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Y1	1	0.14084	0.59293	0.42853	0.0765	-0.58646	-0.7922	-0.28344
		ns	**	*	ns	**	**	ns
Y2		1	-0.29657	-0.12907	0.4934	-0.14896	0.08813	0.01399
			ns	ns	*	ns	ns	ns
Y3			1	0.8042	0.1179	-0.33883	-0.5912	-0.37386
				**	ns	ns	**	ns
Y4				1	0.1257	-0.19275	-0.3255	-0.46455
					ns	ns	ns	*
Y5					1	0.02862	0.13736	0.34327
						ns	ns	ns
Y6						1	0.50191	0.22938
							*	ns
Y7							1	0.27713
								ns

Del (cuadro 3.11). Se resume que existe correlación positiva significativa del rendimiento de grano por hectárea con el ancho de panoja, también se tiene que existe correlación significativa entre peso de 1000 semillas con altura de planta y longitud de panoja (en forma negativa), el peso de 1000 semillas con tamaño de grano (en forma positiva); tamaño de grano con altura de planta (en forma negativa); peso de panoja con diámetro de tallo principal (en forma positiva); ancho de panoja con altura de planta (en forma positiva) y ancho de panoja con longitud de panoja (en forma positiva) y la longitud de panoja con altura de planta (en forma positiva).

### 3.3. Plagas y Enfermedades

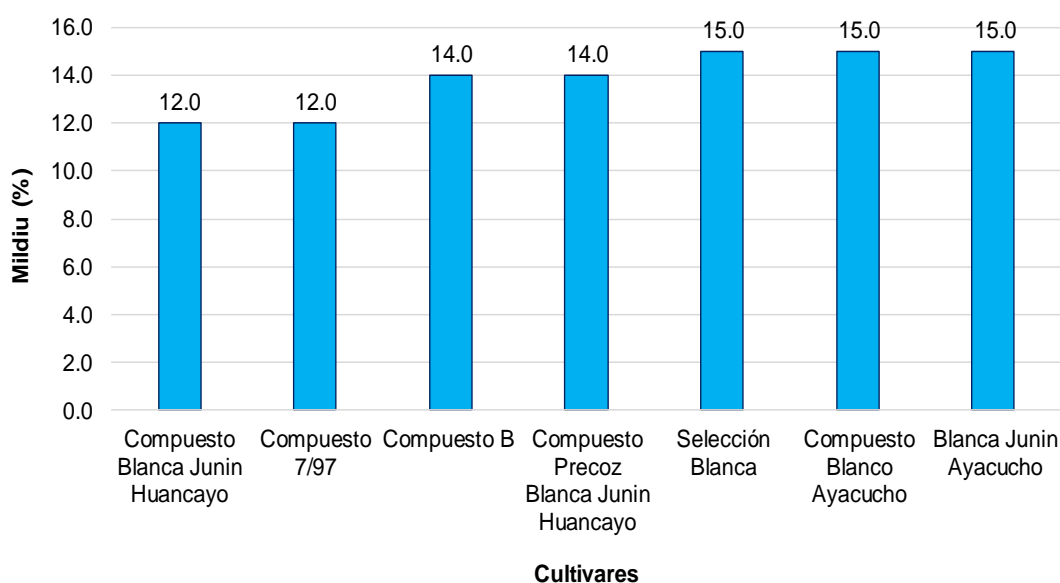
**Cuadro 3.12.** Incidencia de plagas y enfermedades (porcentaje) en siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán – INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Cultivar	Diabrotica	Liriomiza b.	Thrips	Eurisacca m.	Pulgón	Chupadera	Mildiu	Mancha foliar	Mancha Bacteriana	Mosaico
Compuesto B	12.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.0	14.0	1.0	0.0	0.0
Compuesto Blanca Junin Huancayo	10.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.0	12.0	1.0	0.0	0.0
Compuesto 7/97	15.0	0.0	0.0	0.0	6.0	5.0	12.0	1.0	0.0	0.0
Selección Blanca	8.7	0.0	0.0	0.0	2.7	5.0	15.0	1.0	0.0	0.0
Compuesto Blanco Ayacucho	10.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	15.0	1.0	0.0	0.0
Compuesto Precoz Blanca Junin Huancayo	12.0	0.0	0.0	0.0	5.0	4.0	14.0	1.0	0.0	0.0
Blanca Junin Ayacucho	10.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	15.0	1.0	0.0	0.0

Del (cuadro 3.12). La incidencia de las enfermedades y plagas en el presente estudio de investigación se reporta la evaluación en porcentajes de los siete cultivares de acuerdo al grado de daño ocasionado a las plantas.

Se puede agrupar en 3 categorías la incidencia de las enfermedades de los cultivares más susceptible al Mildiu con 15% en promedio fue: (Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho y Blanca Junín Ayacucho). Seguido de los cultivares con 14% fueron: (Compuesto B, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo). Los cultivares con baja presencia de Mildiu con 12% fue: (Compuesto Blanca Junín Huancayo y Compuesto 7/97). Con una diferencia en porcentajes con presencia de plagas en los cultivos indicadas.

La evaluación se ha realizado de acuerdo a la escala de evaluación para mildiu (*Peronospora farinosa*): porcentaje de área afectada según el autor Danielsen y Ames (2000).



**Figura 3.3.** Incidencia del Mildiu en siete cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco. Estación Experimental Canaán – INIA, 2735 msnm. Ayacucho

Del (cuadro 3.12). La incidencia de chupadera fungosa se evaluó en promedio con 7% a 4% y mancha foliar se encontró en promedio con 1%, la presencia de este patógeno es muy común en los cultivos de quinua, donde se ha realizado una evaluación entre los siete cultivares en porcentajes de acuerdo al daño causado. La presencia de estas dos enfermedades se ha evaluado a los (43 a 63 días después de la siembra), en la etapa de formación de 6 hojas verdaderas y ramificación, Estas enfermedades son muy frecuente cuando las condiciones de humedad son altas y adecuado para que pueda causar daño a las plantas reduciendo la actividad fotosintética de las áreas foliares de las plantas.

Del (cuadro 3.12). Las principales plagas presentes en la etapa fenológica del cultivo encontramos desde la emergencia hasta la madurez fisiológica,

además pudiendo haberse realizado una evaluación entre los siete cultivares sobre la incidencia en porcentajes. Se indica que la presencia de las plagas claves de quinua no se ha encontrado bajo condiciones de Canaán, por ser un valle interandino es ausente, encontrándose plagas potenciales principalmente como la presencia de *Diabrotica ssp.* Se evaluó en promedio con 15% a 8.7% y el pulgón de 6% a 3%, donde la incidencia en los cultivares se ha registrado con una diferencia en porcentajes, que también podrían haber reducido en rendimiento de cosecha. Las plagas potenciales secundarios masticadores y defoliadores de hojas no considerados en la evaluación fue la presencia de (*Epicauta willei*) llama llama y las langostas (*Schistocerca piceifrons peruviana*) quienes ocasionaron daños defoliando hojas y destruyendo panojas más representativos en las parcelas de dichos cultivares, también podrían haber reducido el rendimiento del cultivo, además se ha encontrado la presencia aves que ocasionan daños en los últimos periodos vegetativos de la planta (maduración del grano), quienes se alimentan de los granos de la misma panoja, provocando caída de granos y rompiendo panojas; las palomas también podrían haber ocasionado la reducción en el rendimiento de grano entre los cultivares, además el grano dulce es preferido por los aves.



### 3.4. Caracteres morfológicos

**Cuadro 3.4.1.** Características del cultivar Compuesto Blanco Ayacucho. INIA  
2735 msnm – Ayacucho

Característica	:	Estado / Valor
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	No Diferenciada
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Altura de la planta	:	211.20 cm
Longitud de panoja	:	662.0 mm
Ancho de panoja	:	29.20 cm
Peso panoja	:	181.84 g
Rendimiento de grano por panoja	:	50.94 g
Peso de 1000 semillas	:	2.79 g
Tamaño de grano	:	2.22 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.04%
Rendimiento	:	2000.0 kg.ha <sup>-1</sup>



**Cuadro. 3.4.2.** Características del cultivar Compuesto B. INIA 2735 msnm –  
Ayacucho

<b>Característica</b>	<b>:</b>	<b>Estado/Valor</b>
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada
Forma panoja	:	Amarantiforme y Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Altura de la planta	:	209.10 cm
Longitud de panoja	:	681.0 mm
Ancho de panoja	:	19.50 cm
Peso panoja	:	212.93 g
Rendimiento granos por panoja	:	49.93 g
Peso de 1000 semillas	:	2.52 g
Tamaño de grano	:	2.16 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.05% dulce
Rendimiento	:	2625.0 kg.ha <sup>-1</sup>



**Cuadro 3.4.3.** Características del cultivar Selección Blanca. INIA 2735  
msnm – Ayacucho

<b>Característica</b>	<b>:</b>	<b>Estado / Valor</b>
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Amarillo
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Amarillo
Intensidad	:	Claro
Tipo de panoja	:	No Diferenciada
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Altura de la planta	:	209.6 cm
Longitud de panoja	:	586.0 mm
Ancho de panoja	:	24.70 cm
Peso panoja	:	106.17 g
Rendimiento granos por panoja	:	38.22 g
Peso de 1000 semillas	:	2.52 g
Tamaño de grano	:	2.10 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.03% dulce
Rendimiento	:	1375.0 kg.ha <sup>-1</sup>





**Cuadro 3.4.4.** Características del cultivar Compuesto Blanca Junín Huancayo. INIA 2735 msnm – Ayacucho

<b>Característica</b>	<b>:</b>	<b>Estado / valor</b>
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada
Forma panoja	:	Amarantiforme
Densidad de panoja	:	Intermedia
Altura de la planta	:	190.60 cm
Longitud de panoja	:	416.0 mm
Ancho de panoja	:	13.40 cm
Peso panoja	:	166.28 gr.
Rendimiento granos por panoja	:	43.32 gr.
Peso de 1000 semillas	:	2.92 gr.
Tamaño de grano	:	2.24 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.05% dulce
Rendimiento	:	1875.0 Kg/ha



**Cuadro. 3.4.5.** Características del cultivar Compuesto 7/97. INIA 2735  
msnm – Ayacucho

<b>Característica</b>	<b>:</b>	<b>Estado / valor</b>
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	Diferenciada
Forma panoja	:	Amarantiforme
Densidad de panoja	:	Intermedia
Altura de la planta	:	190.60 cm
Longitud de panoja	:	416.0 mm
Ancho de panoja	:	15.20 cm
Peso panoja	:	202.82 g
Rendimiento granos por panoja	:	71.52 g
Peso de 1000 semillas	:	3.06 g
Tamaño de grano	:	2.28 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.05% dulce
Rendimiento	:	2250.0 kg.ha <sup>-1</sup>



**Cuadro 3.4.6.** Características del cultivar Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo. INIA 2735 msnm – Ayacucho

<b>Característica</b>	<b>:</b>	<b>Estado / Valor</b>
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	No Diferenciada
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Altura de la planta	:	192.0 cm
Longitud de panoja	:	575.0 mm
Ancho de panoja	:	20.70 cm
Peso panoja	:	168.91 g
Rendimiento granos por panoja	:	47.24 g
Peso de 1000 semillas	:	3.08 g
Tamaño de grano	:	2.32 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.06% dulce
Rendimiento	:	2000.0 kg.ha <sup>-1</sup>





**Cuadro 3.4.7.** Características del cultivar Blanca Junín Ayacucho. INIA  
2735 msnm – Ayacucho

<b>Característica</b>	<b>:</b>	<b>Estado / Valor</b>
Tipo de crecimiento	:	Herbáceo
Porte de la planta	:	Erecto
Angulosidad del tallo	:	Cilíndrico
Color de hojas	:	Verde Claro
Color Panoja antes de madurez fisiológica	:	Anaranjado
Intensidad	:	Medio
Color panoja en Cosecha	:	Anaranjado
Intensidad	:	Oscuro
Tipo de panoja	:	No Diferenciada
Forma panoja	:	Glomerulada
Densidad de panoja	:	Laxa
Altura de la planta	:	199.4 cm
Longitud de panoja	:	577.0 mm
Ancho de panoja	:	20.60 cm
Peso panoja	:	132.71 g
Rendimiento granos por panoja	:	37.02 g
Peso de 1000 semillas	:	2.82 g
Tamaño de grano	:	2.32 mm
Contenido de saponina (%)	:	0.01% dulce
Rendimiento	:	1437.5 kg.ha <sup>-1</sup>



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

1. Los cultivares (Compuesto 7/97, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo), el (Compuesto Blanca Junín Huancayo) y el (Compuesto B, Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho y Blanca Junín Ayacucho), de quinua de grano blanco evaluados se consideran precoces, con madurez fisiológica obtenidos en 121,126 y 137 días después de la siembra respectivamente.
2. Los caracteres de productividad entre los siete cultivares de quinua grano blanco se diferencian estadísticamente. La altura de la planta varía en un rango de 209.3 cm y 184 cm, en el diámetro de tallo principal varía entre 15.3 cm y 13.2 cm, en longitud de panoja varía entre 630 mm y 399.3 mm, el ancho de panoja varía entre 24.97 cm y 13.47 cm, en peso de panoja varía entre 187.6 g y 141.6 g, el tamaño de grano varía entre 2.300 mm y 2.167 mm, en peso de 1000 semillas



varía entre 3.100 g y 2.500 g. estos resultados obtenidos fueron homogéneos.

3. Los rendimientos de quinua grano blanco obtenidos están, en un rango mínimo y máximo de 1645.8 kg.ha<sup>-1</sup> a 2312.5 kg.ha<sup>-1</sup> para los cultivares de Selección Blanca y Compuesto 7/97 respectivamente.
4. Los cultivares más susceptibles a la presencia de Mildiu evaluados con 15% de incidencia fueron: (Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho y Blanca Junín Ayacucho). Los cultivares con 14% fue; (Compuesto B, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo), mientras los cultivares tolerantes con 12% fueron: (Compuesto Blanca Junín Huancayo y Compuesto 7/97). La presencia de chupadera fungosa se encontró en 7% a 4% en promedio en los cultivares y mancha foliar con 1%.
5. Las principales plagas fueron; *Diabrotica ssp.* se encontró en promedio de 15% a 8.7% y el pulgón de 6% a 3%, con diferencias en porcentajes entres los cultivares respectivamente.
6. Los cultivares estudiados resaltan tener características homogéneas; por su tamaño de grano, color de grano, forma de panoja amarantiforme y glomerulada, color de panojas a la cosecha se diferencia de selección blanca con color amarilla, resto de los 6 cultivares son de color Anaranjada oscuro, y el contenido de saponina es dulce.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios con las poblaciones evaluadas en diferentes pisos altitudinales y fertilización del suelo, para determinar el mejor rendimiento de los cultivares.
2. Los 3 cultivares como: compuesto 7/97, Compuesto B y Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo, podría ser una alternativa para la siembra en campaña chica por su precocidad y rendimiento.
3. Se recomienda hacer mayor estudio en los cultivares. Para determinar su potencialidad de los cultivares.

## RESUMEN

El experimento se condujo en la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA, provincia de Huamanga, región Ayacucho, ubicada a 2735 msnm, durante los meses de Noviembre a Mayo (2014-2015), con los siguientes objetivos; evaluar los caracteres de precocidad, productividad, incidencia de principales plagas, enfermedades y las características morfológicas, dispuesto en el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR). Se utilizaron siete cultivares de quinua de grano blanco (Compuesto B, Compuesto Blanca Junín Huancayo, Compuesto 7/97, Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo y Blanca Junín Ayacucho), estos fueron seleccionados por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Los cultivares (Compuesto 7/97, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo), el (Compuesto Blanca Junín Huancayo), y el (Compuesto B, Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho y Blanca Junín Ayacucho) resultaron ser precoces, alcanzado la madurez de cosecha en 121, 126 y 137 días después de la siembra. Con el rendimiento más alto fue del Compuesto 7/97 ( $2312.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y el más bajo fue de la Selección Blanca ( $1645.8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), sin diferencia estadística entre los cultivares.

Seguido de las enfermedades encontrados con mayor incidencia fueron; presencia de Mildiu evaluados con 15% a 12% y la chupadera fungosa se encontró en 7% a 4% en promedio en los cultivares y mancha foliar con 1%. Dentro las principales plagas fueron; *Diabrotica ssp.*, con un promedio de 15% a 8.7% y el pulgón de 6% a 3%, con diferencias en porcentajes entres los cultivares respectivamente. Entre los cultivares estudiados resaltan tener características homogéneas; por su tamaño de grano, color de grano, forma de panoja amarantiforme y glomerulada, considerándose que el contenido saponina evaluados varían en 0.01 a 0.06% dulces.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Apaza, M. y Delgado, M. (2005). Manejo y Mejoramiento de Quinoa Orgánica. Serie Manual N° 01. INIA. Puno-Perú.
2. Bravo, R; Valdivia, R; Andrade, K; Padulosi, S. y Jager, M. (2010). Granos Andinos, Avances logros y experiencias desarrolladas en quinoa, cañihua y kiwicha en Perú. Bioersivity Internacional, Roma, Italia. 136 paginas.
3. Canahua, A. (1992). Comportamiento y potencialidades de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno, Perú. La Paz, Bolivia.
4. Choquecahua, A. (2011). Caracterización y selección de poblaciones varietales de Quinoa Grano Blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm – Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniera Agrónoma. UNSCH. Ayacucho, Perú.
5. CIRF/IBPGR, (1981). Descriptores de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos/ Internacional Board for Plan Genetic Resources.AGP:IBPGR/81/104.
6. 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
7. Fernández, 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.

8. Franco, L. e Hidalgo, R. (eds), (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos. Boletín Técnico N° 8, Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia.
9. Gandarillas, H. (1979). Genética y Origen de la Quinoa. Instituto de fitotecnia. Boletín genético N° 8. Costiler Argentina.
10. Gallardo *et al.* (1997). Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. Lilloa.
11. Huancahuari, E. (1996). Caracterización y Evaluación del Rendimiento de 14 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Canaán, a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho – Perú.
12. Ibáñez, A. y Aguirre, G. (1983). Manual práctico de fertilidad de suelos. Programa Académico de Agronomía. UNSCH. Ayacucho, Perú.
13. León, J. (2003). Cultivo de Quinoa en Puno Perú. Descripción, Manejo y Producción. Puno – Perú. Setiembre. [www.monografias.com.pe](http://www.monografias.com.pe), consultado 06/11/2015 10:37am
14. Lescano, J. (1989). Recursos fitogenéticos alto andinos y bancos de germoplasma. In: Curso: "Cultivos alto andinos". Potosí, Bolivia. 17 - 21 de abril de 1989.
15. Lescano, J. 1994. Genética y Mejoramiento de Cultivos Altoandinos. Quinoa, kañiwa, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, Mashua y oca. PUNO- PERÚ.

16. Mujica, A. (1993). "Cultivo de Quinoa". Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima – Perú.
17. Mujica, A. y Canahua, A. (1989). Fases fenológicas del cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.). En: Curso Taller, Fenología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. Salcedo, 7-10 agosto, INIAA, EEZA-ILLPA, PICA, PISA. Puno, Perú.
18. Mujica, A. (1997). Cultivo de Quinoa. Serie Manual N°1-97 INIEA. Lima – Perú.
19. Mujica, A; Ortiz, R; Bonifacio, W; Saravia, R; Corredor, G; Romero, A. (2006). Informe final Proyecto Quinoa: Cultivo Multipropósito para los Países Andinos. PNUD-PROYL INTI 011K01-PERÚ – BOLIVIA – COLOMBIA. Lima - Perú
20. Mujica, A; Jacobsen, E; Izquierdo, J. y Marathee, P. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.). ancestral cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Capítulo II: Agronomía del cultivo de quinoa. Santiago - Chile
21. Nuñez, W. (2012). Fenología de cuatro variedades 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. Sin publicar.
22. Pérez, A; (2005). Manejo del Cultivo de Quinoa en la Sierra Central. Serie Manual N° 01. INIA. LIMA – PERÚ
23. Poehlman, J. y Allen, D. (2005). Mejoramiento de las Cosechas. Editorial Limusa. 2da edición. México.

24. Salís, A. (1985). Cultivos Andinos ¿Alternativa Alimentaria Popular? Centro de Estudios rurales Andinos Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.
25. Solid – ODP (2010). Tecnología productiva de quinua
26. Tapia, M. (1979). “La Quinoa y la Kañiwa”. Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá – Colombia.
27. Tapia, M. (1990). Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.
28. Thompson, T. (2011). Case Problem: Questions Regarding the Acceptability of buckwheat, Amaranth, Quinoa, and Oats from a Patient with Celiac Disease. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics Home. 101.
29. Zanabria, E. y Banegas, M. (1997). Entomología económica sostenible. Puno – Perú.
30. Zevallos, D. (1984). “Manual de Horticultura para el Perú”. Ediciones Manfer. S: A. Barcelona – España.

## BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL

1. <http://www.rlc.fao.org/uploads/media/bAF52013.pdf>, consultado 24/08/2016
2. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm#15>, consultado 06/11/2015
3. [http://www.bioversityinternational.org/publications/Web\\_version/203/ch2.h.](http://www.bioversityinternational.org/publications/Web_version/203/ch2.h.), consultado 03/12/2015
4. [www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf](http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf), consultado 30/10/2015
5. [www.mountainpartners.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1-produccion-organica-de-cultivos-andinos.pdf](http://www.mountainpartners.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1-produccion-organica-de-cultivos-andinos.pdf), consultado 30/10/2015
6. [www.quinua.pe/wp-content/uploads/2016/01/21-Manual-organica-Quinua12-pdf](http://www.quinua.pe/wp-content/uploads/2016/01/21-Manual-organica-Quinua12-pdf), consultado 24/08/2016
7. [http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf), consultado 24/08/2016
8. <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20AGRICOLA%20GRANOS%20ANDINOS%202012.pdf>, consultado 24/08/2016
9. <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20AGRICOLA%20GRANOS%20ANDINOS%202012.pdf>, consultado 17/07/2015
10. <http://quinua.pe/quinua-zonas-de-produccion/#>, consultado 20/10/2016
11. <http://quinua.pe/quinua-zonas-de-produccion/>, consultado 08/05/2015
12. <http://www.monografias.com/trabajos52/produccion-quinua/produccion-quinua.shtml>, consultado 08/05/2015
13. <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf> consultado 08/05/2015
14. <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/11/manejo-cultivo-quinua.pdf>, consultado 08/05/2015
15. <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-b-quinua.pdf>, consultado 08/05/2015
16. <http://www.proinpa.org/tic/pdf/Quinua/Plagas%20de%20la%20quinua/Plagas%20y%20enfermedades%20del%20cultivo%20de%20quinua.pdf>, consultado 08/05/2015
17. [www.agrolalibertad.gob.pe/.../perfil%20de%20mercados%20de](http://www.agrolalibertad.gob.pe/.../perfil%20de%20mercados%20de), consultado 08/12/2015



# ANEXOS

**ANEXO 1.**

**IMAGEN DE LABORES CULTURALES Y EVALUACIONES**



**Siembra**



**Riego**

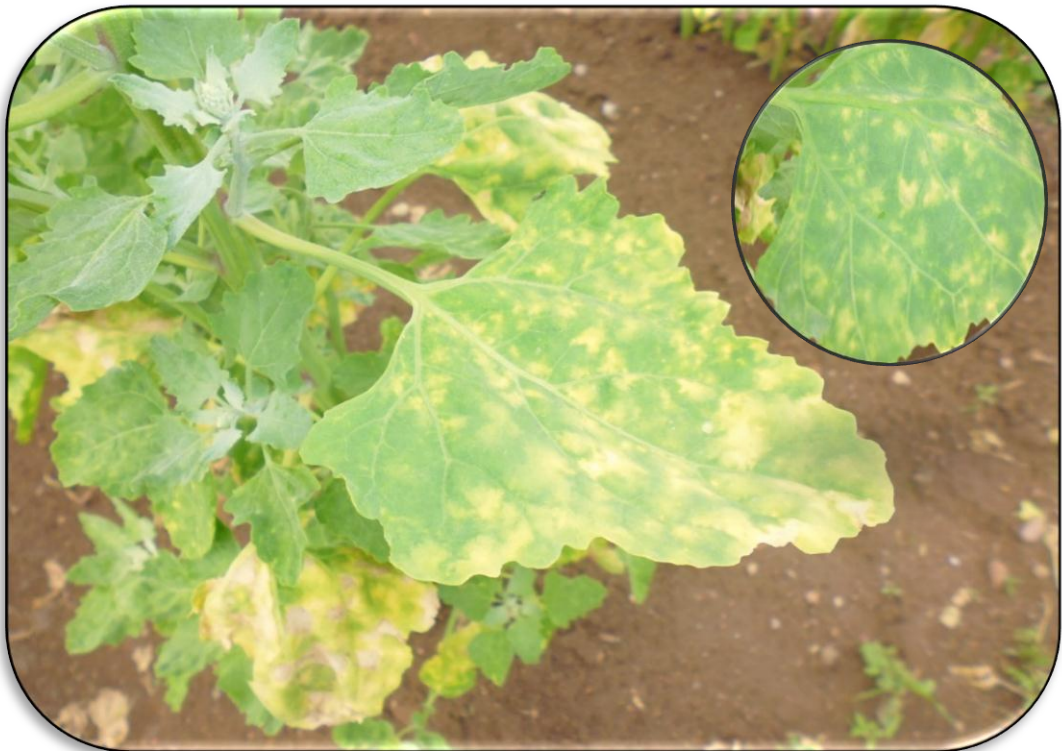


**Fertilización, aporque y control de plagas y enfermedades**





Evaluación de la Enfermedad chupadera







Evaluación de Mildiu





Monitoreo del campo experimental quinua en floración



**COMPUESTO  
BLANCO AYACUCHO**

**COMPUESTO  
B**

**SELECCIÓN  
BLANCA**



**COMPUESTO  
BLANCO JUNIN**

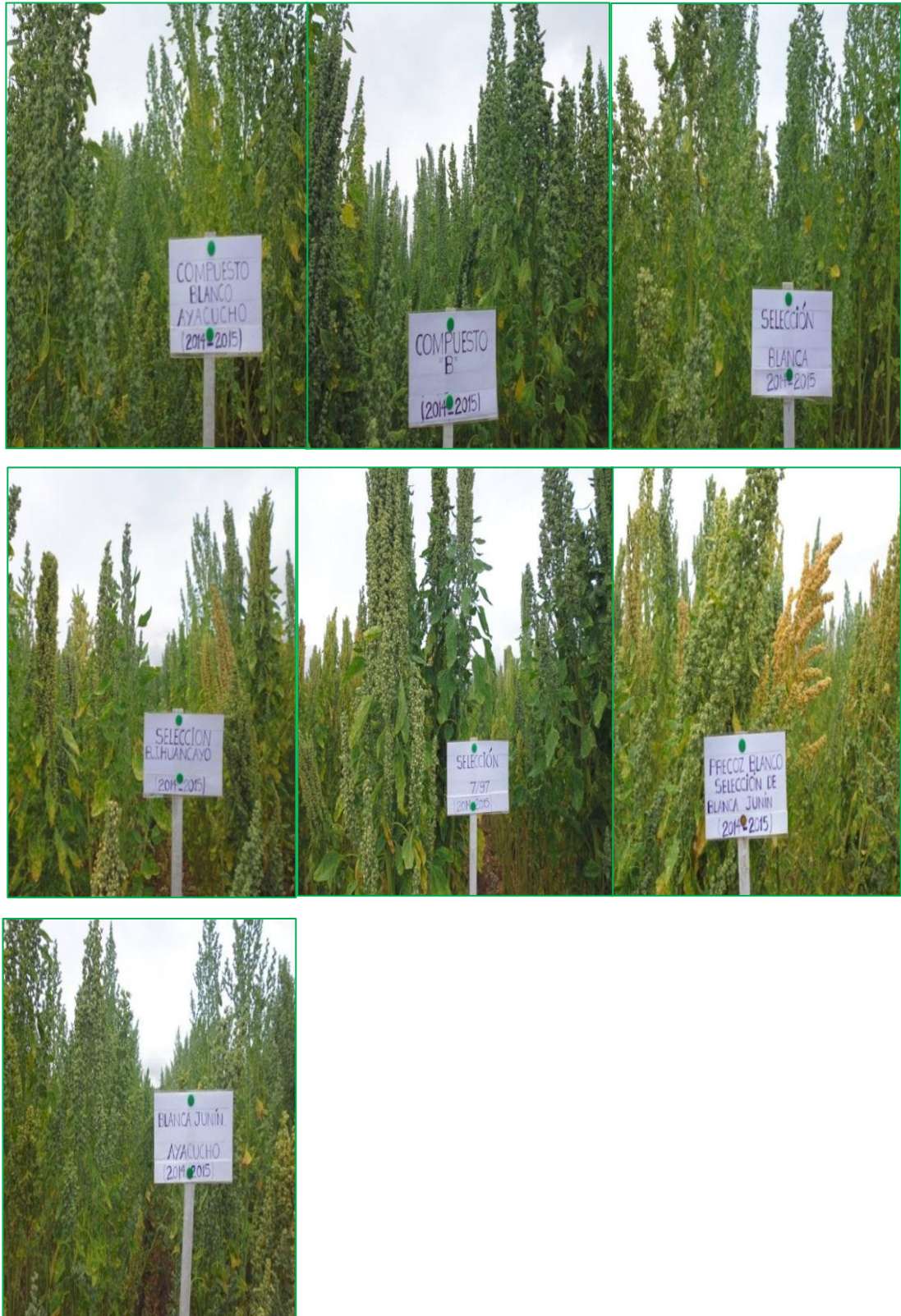
**COMPUESTO  
7/97**

**COMPUESTO PRECOZ  
BLANCA JUNIN**



**BLANCA JUNIN  
AYACUCHO**

Fecha 17/02/2015  
Plena floración de quinua



Identificación de los siete cultivares de quinua





Evaluación de altura y características morfológicas de la quinua



Identificación y cosecha de muestras





Pesado de la muestra y trillado de quinua

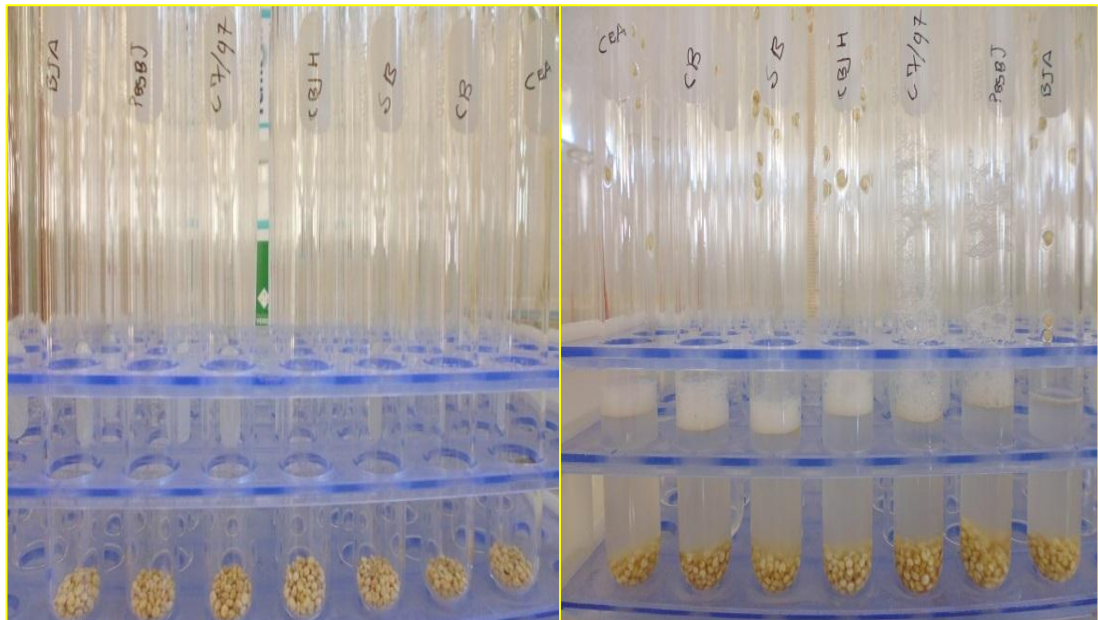


Trillado y venteado de quinua





Extracción de Saponina en el Laboratorio de INIA



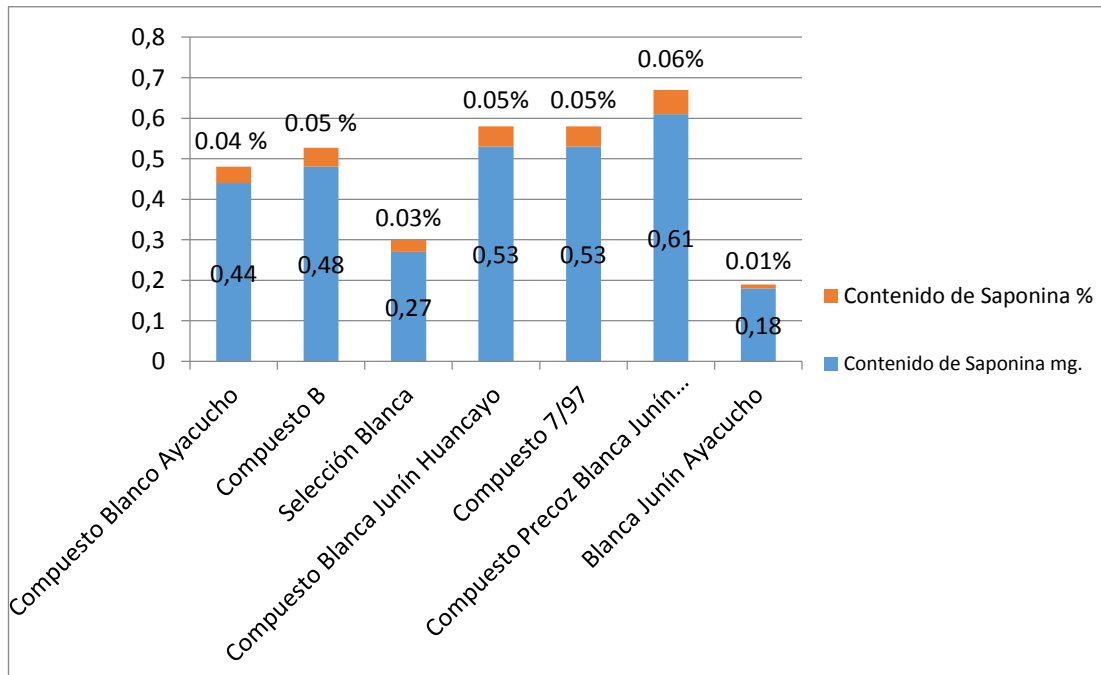
Contenido de saponina en los siete cultivares de quinua grano blanco

## ANEXO 2:

**Contenido de saponina en siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho.**

Nº	Código	Altura de espuma cm.			Promedio	Contenido de Saponina	
		mg.	%	mg.		%	
1	Compuesto Blanco Ayacucho	0.4	0.6	0,5	0.5	0.44	0.04
2	Compuesto B	0.5	0.5	0.6	0.53	0.48	0.05
3	Selección Blanca	0.3	0.4	0.4	0.37	0.27	0.03
4	Compuesto Blanca Junín Huancayo	0.5	0.6	0.6	0.57	0.53	0.05
5	Compuesto 7/97	0.6	0.4	0.7	0.57	0.53	0.05
6	Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo	0.6	0.5	0.8	0.63	0.61	0.06
7	Blanca Junín Ayacucho	0.4	0.3	0.2	0.3	0.18	0.01

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 3.

#### Criterios de Evaluación de Características Morfológicas

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

**Descriptores empleados en la caracterización de siete cultivares de quinua grano blanco** (*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 1)**

0 Ausentes

+ Presentes



### **Forma de las hojas superiores**

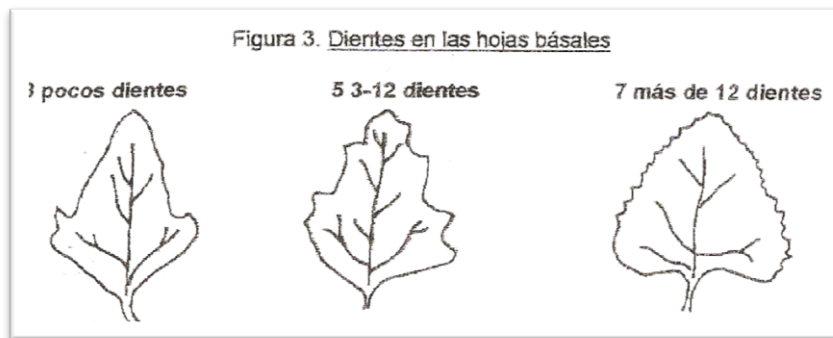
Relación longitud/anchura; ver figura 2. Media en al menos 10 plantas.

### **Borde de las hojas inferiores**

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

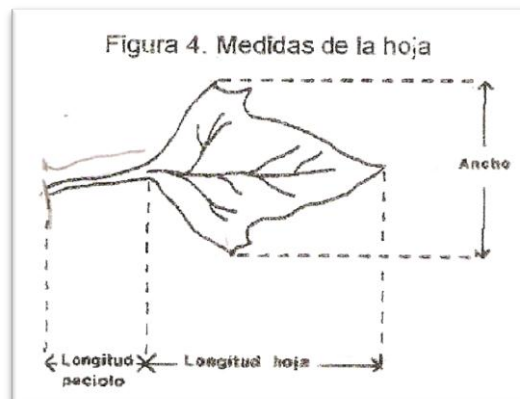
### **Dientes en las hojas basales**

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



### **Longitud máxima del peciolo**

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



### **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.

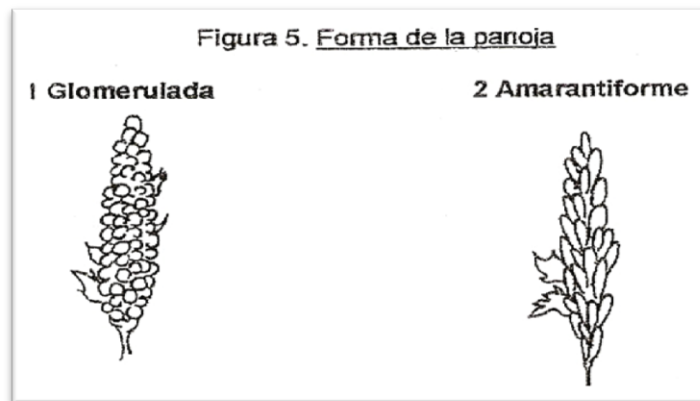
- 1 Diferenciada y terminal
- 4 No diferenciada

#### **Forma da la panoja**

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

- 1 Glomerulada
- 2 Amarantiforme





**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 (especificuense)

### **Color del episperma**

- 1 Transparente
- 2 Blanco
- 3 Café
- 4 Café-oscuro
- 5 Negro – brillante
- 6 Negro- opaco
- 7 Otros (especifíquense)

### **Aspecto del perisperma**

- 1 Opaco
- 3 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.