

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



---

---

FENOTIPAJE CONVENCIONAL Y COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE 25  
ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) DEL PROGRAMA DE  
INVESTIGACIÓN EN QUINUA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN  
CULTIVOS ANDINOS, EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA

---

---

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias, **Liset Alagón Álvarez** para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Asesor: **Dr. Aquilino Álvarez Cáceres**

Patrocinador: Programa de Investigación en Quinoa CICA-FCA-UNSAAC-CANON

Cusco – Perú

2021

## DEDICATORIAS

- Con amor infinito a DIOS por haberme dado la vida, resguardarme día a día y permitirme realizar este sueño muy importante.
- Con cariño, amor y gratitud a mis queridos padres JUAN CANCIO ALAGON SUCSO y HERMINIA ALVAREZ RAMOS, por su apoyo y recomendaciones hasta lograr mis objetivos.
- A mis hermanos Juan Francisco, Elvin, Alexander, Carina por su apoyo incondicional.
- A mis cuñadas Bertha, Jackeline, Yesica, a mi compañero Juan Carlos Luna a mi sobrina Chasca Lucero, mi vecino Julio y a mis amigas del CICA Carmen Rosa, Evelin Huari, Arnold, Yareli, por su colaboración en el presente trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Mi eterno agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por las enseñanzas que me brindaron durante mi vida Universitaria en mi formación profesional en el Centro Agronómico de K'ayra.
- Con afecto especial y sincero agradecimiento a mi Asesor Dr. AQUILINO ALVAREZ CACERES, por sus enseñanzas, orientaciones valiosas y apoyo brindada durante la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación, un agradecimiento sin límites.
- Agradezco a la Dra. ELISABET CESPEDES FLOREZ por su ayuda incondicional en el proceso de realización de la investigación tanto en la fase de campo como en la redacción de la tesis.
- Mi especial agradecimiento a mis amigas Carla, Max, Evelyn Zarate, Dayan con quienes compartí momentos inolvidables durante mi vida universitaria agradecerles su amistad, consejos, apoyo, a todos mis amigos de K'ayra.

## CONTENIDO

DEDICATORIAS .....	3
AGRADECIMIENTOS .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
RESUMEN .....	V
INTRODUCCIÓN .....	6
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	2
1.2. Formulación del problema .....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	4
2.1. Objetivo general .....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
2.3. Justificación .....	4
III. HIPÓTESIS.....	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas .....	6
IV. MARCO TEÓRICO .....	7
4.1. Cultivo de quinua .....	7
4.2. Germoplasma .....	19
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
5.1. Tipo de investigación .....	25
5.2. Ubicación temporal del experimento .....	25
5.3. Ubicación del campo experimental .....	25
5.4. Métodos .....	26
VI. RESULTADOS .....	39
6.1. Variables cuantitativas.....	39
6.1.1. Altura de planta .....	39
6.1.2. Diámetro de tallo .....	40
6.1.3. Longitud de peciolo .....	41
6.1.4. Longitud máxima de hoja .....	42
6.1.5. Ancho máximo de hoja .....	43
6.1.6. Longitud de panoja .....	44

6.1.7.	Diámetro de panoja.....	45
6.1.8.	Diámetro de grano .....	46
6.1.9.	Espesor de grano .....	47
6.1.10.	Peso de granos por hectárea.....	48
6.1.11.	Peso de granos por planta .....	49
6.1.12.	Contenido de saponina.....	50
6.2.	Variables cualitativas.....	51
6.2.1.	Densidad de siembra, tipo y hábito de crecimiento.....	51
6.2.2.	Forma y color de tallo principal, presencia de axilas pigmentadas, presencia de estrías y color de estrías .....	52
6.2.3.	Presencia y posición de ramas.....	53
6.2.4.	Forma y margen de hoja, color de peciolo, color de lámina foliar y color de gránulos en la Hoja .....	54
6.2.5.	Color de panoja a floración, color de panoja a madurez fisiológica, forma de panoja y densidad de panoja.....	55
6.2.6.	Color de perigonio, intensidad de color, color de pericarpio, episperma y perisperma y forma del fruto .....	56
6.3.	Evaluación fenológica .....	57
VII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	61
7.1.	Variables cuantitativas.....	61
7.1.1.	Altura de planta .....	61
7.1.2.	Diámetro de tallo .....	61
7.1.3.	Longitud de peciolo .....	61
7.1.4.	Longitud máxima de hoja .....	61
7.1.5.	Ancho máximo de hoja.....	61
7.1.6.	Longitud de panoja.....	61
7.1.7.	Diámetro de panoja.....	61
7.1.8.	Diámetro de grano .....	62
7.1.9.	Espesor de grano .....	62
7.1.10.	Peso de grano por hectárea .....	62
7.1.11.	Peso de grano por planta.....	62
7.1.12.	Contenido de saponina.....	62
7.2.	Variables cualitativas.....	62
7.2.1.	Densidad de siembra.....	62

7.2.2.	Tipo de crecimiento .....	62
7.2.3.	hábito de crecimiento.....	62
7.2.4.	Forma de tallo .....	63
7.2.5.	Color del tallo principal .....	63
7.2.6.	Presencia de axilas pigmentadas .....	63
7.2.7.	Presencia de estrías .....	63
7.2.8.	Color de estrías.....	63
7.2.9.	Presencia de ramificación .....	63
7.2.10.	Posición de las ramas primarias .....	63
7.2.11.	Número de ramas primarias .....	63
7.2.12.	Forma de hoja.....	64
7.2.13.	Margen de la hoja .....	64
7.2.14.	Color del peciolo .....	64
7.2.15.	Color de lámina foliar .....	64
7.2.16.	Color de gránulos .....	64
7.2.17.	Color de panoja a floración.....	64
7.2.18.	Color de panoja a madurez fisiológica .....	64
7.2.19.	Forma de panoja .....	64
7.2.20.	Densidad de panoja.....	64
7.2.21.	Color de perigonio .....	65
7.2.22.	Color del pericarpio .....	65
7.2.23.	Color de la episperma .....	65
7.2.24.	Color del perisperma .....	65
7.2.25.	Forma del fruto.....	65
7.3.	Fenología .....	65
7.3.1.	2 hojas verdaderas .....	65
7.3.2.	Ramificación .....	65
7.3.3.	Panojado.....	65
7.3.4.	Floración .....	66
7.3.5.	Grano pastoso.....	66
7.3.6.	Madurez fisiológica .....	66
VIII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....	67
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
X.	ANEXOS .....	75

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado “Fenotipaje convencional y comportamiento fenológico de 25 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) del Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos, en el Centro Agronómico K’ayra”, fue realizado entre los meses de setiembre del 2018 a marzo del 2019.

El objetivo general planteado fue evaluar el fenotipaje convencional y el comportamiento fenológico de 25 accesiones de Quinua (*Chenopodium quinoa willd*), del Programa de Investigación en quinua, del CICA – FCA – UNSAAC. El material evaluado pertenece al Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), de la Facultad de Ciencias Agrarias.

La accesión CQC-296 presenta la altura de planta mayor. Todas las accesiones muestran diámetro de tallo, longitud de peciolo y longitud de hoja similares. La accesión CQC-062, presenta ancho de hoja mayor. Todas las accesiones presentan longitud y diámetro de panoja similares. La accesión CQC-051 presenta el diámetro de grano mayor. Todas las accesiones presentan igual espesor de grano y peso de grano por hectárea. Las accesiones CQC-199 y CQC-062 presentan peso de grano por planta superior. La accesión CQC-199 presenta el nivel de espuma mayor.

El tipo de crecimiento de las accesiones fueron herbáceos, forma del tallo anguloso, amarillo y axilas sin pigmentación, estrías de color variable, ramificación variable. hoja romboidal, margen dentada, peciolo y lámina foliar verde, gránulos blancos. Panoja a la floración verde y verde/púrpura, a la madurez anaranjado, forma de panoja variable, densidad de panoja intermedia. Perigonio amarillo grisáceo, pericarpio blanco, episperma blanca, perisperma opaco y fruto lenticular. Las accesiones CQC-260 y CQC-167 presentaron el periodo vegetativo más corto con 150 y 168 días respectivamente, mientras que, las accesiones CQC-045 y CQC-003 presentaron el periodo vegetativo más largo con 228 y 215 días respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) cultivo ancestral y de gran arraigo en la población andina, es un alimento de alto valor nutricional, que permite sustituir y complementar las proteínas de origen animal, puesto que, que provee aminoácidos esenciales necesarios para el ser humano como la metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, contiene, además vitaminas del complejo B, C, E, tiamina, riboflavina y alto contenido de potasio y fósforo.

A pesar de las grandes cualidades nutricionales y los precios altos alcanzados en los últimos años, la superficie cosechada de quinua, en la región Cusco, se ha reducido en 9.7% considerando los registros del año 2015 (3,871 ha) y el año 2020 (3,495 ha), según los registros del MIDRAGRI (2021). La reducción de la superficie cultivada se debe entre otras razones, a la existencia de variedades tradicionales de bajo rendimiento, razón por la cual, es necesario continuar con el proceso de mejoramiento genético que permita renovar las variedades antiguas por variedades nuevas de mayor rendimiento y mejores características agronómicas.

Dentro de este contexto es necesario caracterizar las líneas promisorias con la finalidad de determinar la variabilidad genética a través de las manifestaciones fenotípicas, es necesario también evaluar su comportamiento fenológico, y evaluar sus características agronómicas.

El presente trabajo de investigación denominado fenotipaje convencional de 25 accesiones de quinua procedentes del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (CICA – FCA – UNSAAC), utilizando un diseño experimental. Constituye parte del Proyecto de Investigación con fondos del CANON: Fenotipaje de la Quinua de Valles Interandinos a Través del Uso de Drones Equipados con Sensores de alta Resolución en el Centro Agronómico K'ayra.

La autora

## **I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación del problema objeto de investigación**

Según los registros del Ministerio de Agricultura y Riego la producción de quinua a nivel nacional para el año 2018 fue de 86,011 toneladas, la región Cusco registró 4,242 toneladas constituyendo el 4.93% del total nacional, este porcentaje es inferior al logrado por la región Ayacucho con 21,213 toneladas, constituyendo el 24.66% del total nacional. El problema de la baja producción de quinua en la región Cusco se debe entre otras causas a la menor superficie sembrada y los bajos rendimientos obtenidos.

Para mejorar el rendimiento de la quinua e incrementar la producción regional es necesario continuar con los procesos de mejoramiento genético que permitan obtener variedades de quinua de alto rendimiento y buena adaptación a las condiciones climáticas de la región. Dentro de este proceso es necesario realizar el fenotipaje convencional de accesiones de Quinua del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del CICA, con el fin de contribuir al trabajo de investigación realizado en el Fenotipaje de la Quinua de Valles Interandinos a Través del Uso de Drones Equipados con Sensores de alta Resolución en el Centro Agronómico K'ayra, del Programa de Investigación en Quinua del CICA – FCA – UNSAAC. Razón por la cual se formulan las siguientes preguntas de investigación:

### **1.2. Formulación del problema**

#### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuáles serán los resultados del fenotipaje convencional de las variables cualitativas, cuantitativas y comportamiento fenológico realizado a 25 accesiones de quinua, del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del CICA – FCA – UNSAAC?

#### **1.2.2. Problemas específicos.**

1. ¿Cuáles serán los resultados del fenotipaje convencional de las variables cualitativas, realizado a 25 accesiones de quinua tomadas al azar del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del CICA – FCA – UNSAAC?
2. ¿Cómo será el resultado preliminar del fenotipaje de las variables cuantitativas realizadas a 25 accesiones de quinua tomadas al azar del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del CICA – FCA – UNSAAC?

3. ¿Cuál será el comportamiento fenológico de 25 accesiones de quinua tomadas al azar del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinoa del CICA – FCA – UNSAAC?

## II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Objetivo general

Evaluar el fenotipaje convencional y el comportamiento fenológico de 25 accesiones de Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), del Programa de Investigación en quinua, del CICA – FCA – UNSAAC.

### 2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1. Realizar el fenotipaje convencional de las variables cualitativas, tales como: forma y densidad de panoja, color de panoja a floración y madurez, de 25 accesiones de quinua, utilizando los descriptores para quinua y sus parientes silvestres de Bioversity International/FAO, cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo, Cusco.
- 2.2.2. Realizar el fenotipaje preliminar de las variables cuantitativas, tales como: altura de planta, diámetro de tallo, longitud y diámetro de panoja, de 25 accesiones de quinua cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra.
- 2.2.3. Determinar el comportamiento fenológico de 25 accesiones de quinua, cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra.

### 2.3. Justificación

El estudio de las accesiones de quinua del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del CICA – FCA – UNSAAC, es importante, más que todo ahora que vivimos en momentos del cambio climático, es por ello, realizar el fenotipaje convencional de las características botánicas utilizando los descriptores para quinua y sus parientes silvestres de Bioversity International/FAO es importante puesto que la información obtenida, servirá para comparar con los datos que se obtengan de otro trabajo de investigación similar a la presente, pero con el uso de un dron equipados con sensores de alta resolución.

Así mismo, evaluar las variables agronómicas de importancia como longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de 1,000 granos, rendimiento de grano por planta y por parcela será de suma importancia dado que permitirá identificar la magnitud de diferencia entre las accesiones en estudio. Esta información básica se complementará con el rendimiento de granos de las accesiones.

Determinar el comportamiento fenológico de las accesiones de quinua es importante, porque permitirá evaluar el efecto de las condiciones ambientales climáticas sobre las 25 accesiones de quinuas de valles interandinos tomadas al azar del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Quinua del CICA – FCA – UNSAAC. El conocimiento del comportamiento

fenológico de la quinua es importante para un buen manejo agronómico del cultivo, cuyo conocimiento servirá para transferir a los agricultores dedicados a esta actividad puesto que permitirá a los mismos, generar un adecuado manejo de sus cultivos, por lo tanto, una mayor producción que les permita una mayor cantidad de grano para su consumo, y este hecho del conocimiento de un adecuado manejo del cultivo les pueda generar mejores rendimientos de grano, que les permitirá mejores ingresos a los agricultores.

### **III.HIPÓTESIS.**

#### **3.1. Hipótesis general**

El fenotipaje convencional utilizando los descriptores para quinua y sus parientes silvestres de Bioersity International/FAO para las variables cualitativas, cuantitativas y comportamiento fenológico de 25 accesiones de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), del Programa de Investigación en quinua, del CICA – FCA – UNSAAC, cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra, no diferirán.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- 3.2.1. Los resultados del fenotipaje convencional de las variables cualitativas de 25 accesiones de quinua, utilizando los descriptores para quinua y sus parientes silvestres de Bioersity International/FAO, cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra, serán similares.
- 3.2.2. Serán similares los resultados del fenotipaje preliminar de las variables cuantitativas de 25 accesiones de quinua cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo, Cusco.
- 3.2.3. El comportamiento fenológico de 25 accesiones de quinua de valles interandinos, tomados al azar, cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo, Cusco, serán similares.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Cultivo de quinua

#### 4.1.1. Posición taxonómica.

Según Just y otros, citado por Cespedez (2009), la quinua ocupa la siguiente posición taxonómica:

Reino.....Vegetal  
División.....Magnoliophyta  
Clase.....Magnoliopsida  
Orden.....Caryophyllales  
Familia.....Amaranthaceae  
Subfamilia.....Chenopodioideae  
Género.....Chenopodium  
Especie.....Chenopodium quinoa Willd.  
Nombre común..... Quinoa.

#### 4.1.2. Morfología

##### 4.1.2.1. Raíz.

La raíz de la quinua es del tipo pivotante, provista de raíz principal y raíces secundarias bastante ramificada y fibrosa, su crecimiento es vigoroso y profundo, puede alcanzar hasta los 60 cm, cualidad que le permite tener ventaja sobre las condiciones adversas del medio, especialmente las sequías. El sistema radicular de la quinua puede sostener plantas de más de dos metros de altura, Tapia citado por Huallpa (2016).

##### 4.1.2.2. Tallo

El tallo de la quinua presenta un eje principal que puede o no presentar ramificación, su forma es cilíndrica a la altura del cuello de la planta y de forma angulosa desde el inicio de las ramificaciones hasta la panoja. Alcanza una altura de 0.5 a 2.5 m dependiendo de la variedad, del manejo agronómico y las condiciones ambientales. El tallo posee epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una medula, que a la madurez desaparece. Su diámetro puede variar desde 1 a 8 cm, Camacho (2009).

##### 4.1.2.3. Hojas

Las hojas de la quinua son polimorfas es decir presentan diferentes formas de hoja en una misma planta, la coloración puede ser verde, roja o morada, son hojas alternas y simples. El número de dientes de la hoja es una de las características que más varían según las razas de 20 a 30

dientes siendo en el último caso aserrada. Las hojas inferiores pueden medir 15 cm de largo y 12 cm de ancho. Las hojas superiores son más pequeñas y pueden carecer de dientes. Pueden ser consumidos como hortaliza por su alto valor nutritivo, tomándose antes de la floración, Calla (2012).

#### 4.1.2.4. *Inflorescencia*

La inflorescencia de la quinua es del tipo panoja, posee un eje central o principal, ejes secundarios y terciarios. Los ejes sostienen los glomérulos, que vienen a ser grupos de flores. Básicamente se presenta tres tipos de panojas. Las glomeruladas en el cual los glomérulos nacen del eje secundario; las panojas amarantiformes en el cual los glomérulos nacen en los ejes terciarios; y las panojas laxas cuando los ejes son largos, Tapia citado por Huaman (2002).

#### 4.1.2.5. *Flores*

Las flores de la quinua son pequeñas, carecen de pétalos y alcanzan hasta 3 mm de tamaño, pueden presentar hasta tres tipos de flores; hermafroditas (pistilo y estambres) se ubican en la parte superior del glomérulo, pistiladas (femeninas) ubicadas en la parte inferior del glomérulo y las ultimas androestériles (pistilo y estambres estériles), Mujica citado por Llantoy (2014).

#### 4.1.2.6. *Fruto*

Es un aquenio, formado por el perigonio en forma de estrella que contiene a la semilla, al secar es indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados además tienen un borde afilado, dejando caer las semillas a la madurez en los silvestres y tienen un borde redondeado, Tapia citado por Huamán (2002).

#### 4.1.2.7. *Semilla*

La semilla de la quinua es pequeña de 2 mm de diámetro y 1 mm de espesor en promedio. En la mayoría de las hojas las láminas presentan nervios principales que nacen del peciolo. El color de la semilla varía de amarillo, café, crema, blanco o traslúcido, Camacho (2009).

### 4.1.3. **Ecotipos cultivados en el Perú**

La quinua se clasifica en las siguientes categorías o ecotipos:

- *Quinuas de valle*: se desarrollan en valles interandinos de 2,000 y 3,000 metros de altitud. Presentan plantas altas y largo periodo vegetativo. Algunas variedades pueden alcanzar hasta 3.5 metros de altura. Dentro de este grupo se tiene: Rosada de Junín, Nariño, Amarilla de Maranganí, Dulce de Quitopampa. Gandarillas citado por Florez, (2003).
- *Quinuas de altiplano*: este grupo se encuentra distribuido alrededor del lago Titicaca, se caracterizan por ser resistentes a heladas. Las plantas son de porte bajo, carecen de ramas y

tienen corto periodo de crecimiento. Blanca de Juli, Kanccolla, Cheweca y Witulla. Las dos últimas con panojas coloreadas y adaptadas a pampas altas con temperaturas bajas, Leon (2003).

- *Quinuas de terrenos salinos o salares*: se cultivan en las llanuras del altiplano boliviano (salar de Uyuni y Mendoza) y soportan terrenos salinos y alcalinos. Tienen semillas amargas con un alto contenido proteico. Están adaptadas a condiciones xerófitas extremas. En este grupo se encuentran las variedades Kellu, Michka y Real Blanca. Este grupo de quinuas se han adaptado a pH mayores y prosperan en climas secos (300 mm de precipitación pluvial). Gandarillas citado por Flórez (2003).
- *Quinuas del nivel del mar*: en el sur de Chile (Concepción y Valdivia) plantas de tamaño mediano, generalmente sin ramas, semillas amargas y de color amarillo. Están más adaptadas a climas húmedos y con temperaturas más regulares, sobre todo en latitudes más allá de los 30° latitud sur. Las variedades Baer, Litu, y Pichaman pertenecen a este grupo. Gandarillas citado por Flórez (2003).
- *Quinuas de yungas*: frecuentes en valles interandinos de Bolivia. Las plantas tienen coloración verde oscura a la floración y se tornan naranja a la madurez. Además, tienen pequeñas semillas blancas o amarillas. Su adaptación a climas subtropicales les permite adecuarse a niveles más altos de precipitación y de calor, Agrobanco (2012).

#### **4.1.4. Fenología de la quinua**

##### *4.1.4.1. Fenología*

La Fenología es una rama de la Agrometeorología y trata sobre el estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. El estudio de la fenología se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat, Ladrón de Guevara (2005).

##### *4.1.4.2. Fase fenológica*

Es el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. Puede definirse también como el tiempo de una manifestación biológica. La mayoría de estas fases son visibles en casi todas las plantas, sin embargo, existen algunas plantas que poseen ciertas fases invisibles, tal es el caso de la higuera cuya fase de floración es invisible; la sandía es otro ejemplo en la cual la fase de maduración no es notoria, Yzarra y Lopez, (2011).

#### 4.1.4.3. *Etapa fenológica*

Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de éste evento se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos períodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas.

El comienzo y fin de las fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas. Así, por ejemplo, en la quinua se han considerado las siguientes etapas:

- De dos hojas verdades
- Ramificación – panoja
- Panoja – floración
- Floración - grano lechoso
- Grano lechoso - grano pastoso
- Grano pastoso – maduración

Las sumas de todas las etapas mencionadas constituyen el ciclo de vida de la quinua. Cada una de estas etapas está influenciada por los elementos meteorológicos que en su conjunto constituyen el clima de una localidad. visible; la sandía es otro ejemplo en la cual la fase de maduración no es notoria, Yzarra y Lopez, (2011).

#### 4.1.4.4. *Fases fenológicas de la quinua*

A continuación, se describe las fases fenológicas mencionadas por Yzarra y Lopez, (2011), en la publicación patrocinada por el SENAMHI.

- Dos hojas verdaderas: aparecen dos hojas verdaderas extendidas.
- Ramificación: se nota ocho hojas verdaderas extendidas. Las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo.
- Panoja: emergen las primeras panojas para luego sobresalir con claridad por encima de las hojas de la planta.
- Floración: se abren las primeras flores de la parte apical de la panoja.
- Grano lechoso: los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.
- Maduración: todas las partes de la planta están secas, los granos al ser presionados presentan resistencia.

#### **4.1.5. Requerimientos de cultivo**

##### *4.1.5.1. Requerimiento hídrico*

La quinua presenta tolerancia a sequías, esta tolerancia se debe a diferentes mecanismos como: sistema radicular muy ramificado y profundo, reducción de área foliar por eliminación de hojas en condiciones de estrés, presencia de vesículas conteniendo oxalato de calcio que es higroscópico y reducción de la transpiración a través de la regulación de sus estomas, sus pequeñas células con paredes gruesas que le permiten preservar la turgencia aún en severas pérdidas de agua y otros, Gomez y Aguilar (2016).

La quinua en sus primeras etapas de crecimiento puede soportar, precipitaciones de 300 a 1000 mm con régimen de lluvias en verano. En general crece bien con una buena distribución de lluvias para su crecimiento y desarrollo, con condiciones de sequedad especialmente durante la maduración y cosecha. Mujica citado por Llantoy (2014).

La quinua es eficiente en el uso del agua, sin embargo, la disponibilidad de humedad del suelo es un factor determinante en las primeras etapas del cultivo desde emergencia hasta las primeras cuatro hojas. El requerimiento mínimo de precipitación para la germinación es de 30 a 45 mm por dos a cinco días, soportando después veranillos hasta por dos meses debido a la presencia de papilas higroscópicas en las hojas y su sistema radicular muy desarrollado para resistir esas condiciones de sequía. La cantidad requerida óptima de agua es de 300-500 mm de precipitación por campaña agrícola, bajo estas condiciones se puede observar el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta. Calla (2012).

##### *4.1.5.2. Altitud*

La quinua prospera desde el nivel del mar hasta altitudes cercanas a 4,000 m s.n.m. Siendo a nivel de costa el periodo vegetativo corto con rendimientos altos (6000 kg/ha) y en zonas altoandinas periodo vegetativo largo. Con las variedades como la blanca de Junín la altitud óptima es de 2800-3500 m s.n.m., es decir variedades de quinuas de valles interandinos. Agrobanco (2012).

##### *4.1.5.3. Temperatura*

La quinua debido a su gran variabilidad genética, se adapta a diferentes climas, climas calurosos y secos como la costa, templados lluviosos o secos de valles interandinos, fríos y lluviosos o secos de las zonas altoandinas. Las temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo se ubican en el rango de 15 a 25 °C. Es tolerante a las heladas y temperaturas altas durante las fases de desarrollo vegetativo y formación de la inflorescencia, pero no soporta estas condiciones desde

la floración hasta grano pastoso. Las temperaturas bajas o altas originan esterilidad de polen y afectan el desarrollo y crecimiento de la planta, dando lugar a esterilidad o granos inmaduros, chupados o de bajo peso; dependiendo del momento en que se produce el estrés de temperatura, Gomez y Aguilar (2016).

La temperatura óptima de la quinua para el normal crecimiento y desarrollo se encuentra en el rango de 10 a 20 °C con una oscilación térmica de 5 a 7 °C. En la etapa de floración puede resistir la disminución de temperatura hasta 1°C. En la ramificación la planta no tiene mayores problemas a descensos de temperaturas de hasta -4 °C. Por otra parte, la presencia temperaturas altas mayores a 35 °C puede afectar los procesos fisiológicos de la planta y producir aborto de flores, muerte de estigmas y estambres, lo que imposibilita la formación de polen e impide la formación de grano, Agrobanco (2012).

Las presencias de bajas temperaturas afectaran las etapas de germinación ya que se requiere un mínimo de 4 °C, también en la etapa de floración causando baja producción de polen en consecuencia esterilidad de la planta. Por otra parte, la presencia de altas temperaturas (veranillos) pueden afectar los procesos fisiológicos de la planta, generando que la planta acelere el proceso de producción de grano para asegurar su sobre vivencia, es decir a temprana edad fenológica se puede observar el panojamiento y la floración para su posterior llenado precoz; otro desorden también es el aborto de flores, Calla (2012).

#### *4.1.5.4. pH*

EL pH del suelo para la quinua no es un factor limitante puesto que se ha observado que la planta puede prosperar en suelos alcalinos hasta con pH 9, así como en suelos ácidos de hasta 4.5 de pH. Esto dependerá de la variedad de quinua. El pH óptimo varía de 6.5 a 8.0, León (2003).

#### *4.1.5.5. Características físicas del suelo*

La quinua requiere suelos francos o franco - arenosos, pendiente moderada, profundidad media, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica. La incorporación de este material mejora la estructura del suelo. En los arenosos, la incorporación de materia orgánica permite un buen anclaje de la planta. En suelos arcillosos debe evitarse que el agua se encharque, lo que disminuye los daños por humedad excesiva. La materia orgánica también sirve como fuente de nitrógeno e incrementa las defensas naturales de la planta ante el daño de plagas y enfermedades, Agrobanco (2012).

La quinua prospera en suelos franco-arenosos con buen drenaje, ricos en nutrientes, especialmente en nitrógeno, aunque tolera bien los suelos salinos. La planta puede desarrollarse en un amplio rango de acidez de suelos desde 6 hasta 8,5, es tolerante a la infertilidad, a la salinidad moderada y a bajos niveles de saturación de bases, es susceptible al exceso de humedad en los primeros estadios, Lescano citado por Mayhua (2004).

#### **4.1.6. Manejo agronómico del cultivo**

##### *4.1.6.1. Preparación del suelo*

La preparación del terreno de sembrío es una actividad netamente productiva y de gran importancia que realiza el productor luego de haber seleccionado el terreno y determinado el producto a sembrar. Las actividades que involucra la preparación del terreno son:

- *Incorporación de materia orgánica*: se recomienda ejecutar la aplicación de la materia orgánica usando compost o algún guano de corral. Debe efectuarse junto con la preparación de suelos, de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. La incorporación de materia orgánica facilitará la retención de humedad, mejorará la estructura del suelo (formando estructuras esferoidales), facilitará la aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana que facilitará la humificación.
- *Arado*: se trata de remover todo el terreno si es mecanizado se utilizará arado de discos, a una profundidad de 30 cm. En el caso de no contar con maquinaria o que el terreno sea inaccesible, se debe utilizar “yunta” con arado de reja para la remoción de la tierra; no obstante, la dirección del arado deberá ser contraria a la dirección del surco de la última siembra.
- *Rastrado*: consiste en pasar la rastra hasta mullir el suelo para evitar la presencia de terrones en el campo.
- *Nivelado*: es necesario nivelar el terreno, realizar un buen trazado de los surcos, ejecutar una buena siembra y evitar futuros encharcamientos en tiempos de lluvia, Flores y otros (2010).

##### *4.1.6.2. Cantidad de semilla para la siembra*

La cantidad de semilla varía según las condiciones climáticas, preparación del suelo, sistema de siembra y la calidad de la semilla. Se puede utilizar desde 4 kg/ha con una buena humedad en el suelo, siembra en surcos y una semilla de alto poder germinativo. El otro extremo cuando se efectúa trasplante, la cantidad de semilla puede ser de 1 a 2 kg. Estas prácticas corresponden

a los valles interandinos en una agricultura intensiva de producción, con alta demanda de mano de obra, Tapia citado por Gomez (2016).

La cantidad de semilla cuando se siembra en surcos es de 10 a 12 kg por hectárea, seleccionada y oficializada, 10 kg/ha en zonas de mayor altura y frigidez, cuando se realiza por voleo debe utilizarse de 15 a 20 Kg/ha; La cantidad optima seria 5 kg/ha, Tapia citado por Gomez (2016).

#### 4.1.6.3. Época de siembra

La época de siembra es un factor determinante en el éxito de la producción de quinua. La siembra adelantada es muy importante para las variedades tardías o de periodo de vegetación larga, que son de alto rendimiento potencial. En la sierra y cuando no se cuenta con sistema de riego, las fechas de siembra están condicionadas a la disponibilidad de humedad del suelo, que depende directamente de las lluvias. Generalmente, las lluvias oportunas para la siembra normal de quinua son las que ocurren en los meses de setiembre y octubre, aunque las lluvias de noviembre son tardías para muchas variedades precoces como el Sajama, posible a lograr una buena cosecha. Flores, y otros (2010).

#### 4.1.6.4. Métodos de siembra

Existen cuatro métodos de siembra generalizados:

- *Al voleo*: esta forma consiste en derramar la semilla por el terreno preparado y luego pasar con ramas de arbustos sobre el terreno para cubrir las semillas, proteger de la radiación solar, peligro de las aves y dar condiciones óptimas para la germinación y la emergencia de la plántula. Flores, y otros (2010).
- *En hilera*: se realiza cuando se cuenta con tracción animal o tractor agrícola para abrir hileras a una distancia de 30 a 50 cm. La siembra consiste en derramar la semilla al voleo y a chorro continuo, para luego desmenuzar los terrones y efectuar un ligero tapado. Esta siembra permite una mejor distribución de las plantas en el campo y realizar labores culturales con mayor facilidad, como el aporque, para garantizar la mejor sostenibilidad de las plantas. Flores, y otros (2010).
- *En surco*; esta es una de las mejores formas de siembra, se realiza surcos con distanciamientos de 0.6 a 0.8 m. esto facilitará realizar las labores agrícolas adecuadamente como el deshierbo, el raleo, y principalmente el aporque, esto dará mayor soporte a las plantas evitando el acame. Se recomienda el sistema de siembra en surcos porque facilita la realización de una serie de labores culturales que se aplican durante el cultivo. Es importante surcar el terreno considerando una pendiente favorable para la distribución del agua sin erosionar el suelo. La distancia entre surcos es

determinada de acuerdo a la maquinaria agrícola o al equipo de tracción animal a usar y puede variar de 40 a 80 cm y con una profundidad de 15 – 20 cm, Gómez y Aguilar (2016).

- *En melgas*: esta forma es muy utilizada en la región altiplánica, se siembra al voleo luego se abren surcos con distanciamientos de 0,5 - 2 metros cuando la planta se encuentra en la etapa de 6 hojas verdaderas, esto se realizará cuando hay mucha densidad de plantas caso contrario no se realizará la apertura, Calla (2012).

#### 4.1.6.5. *Control de malezas*

El control de malezas es necesaria para evitar la competencia de la maleza por agua, luz, nutrientes y espacio; así mismas las malezas son más vivaces, soportan mejor las condiciones adversas y son hospederas de plagas, el número de deshierbes depende de la población de malezas que tenga el cultivo, recomendándose hacerse el primer deshierbo cuando las plantas de quinua alcancen 20 cm de altura (a los 40 a 50 días de la siembra); el 2do. Deshierbo se debe realizar cuando las plantas alcancen una altura de 30 a 35 cm, León (2003).

#### 4.1.6.6. *Raleo*

Esta labor es para generar un equilibrio en la densidad de la quinua y además para poder eliminar aquella planta débil, pequeña y solo dejar aquellas de óptimas condiciones para la producción, de manera que se tenga entre 10-15 plantas por metro lineal, con buena arquitectura. El momento oportuno para poder realizar esta labor es en la ramificación o cuando las plantas tengan entre 20- 60 cm de altura, la forma para realizarlo es en forma manual, Camacho (2009).

#### 4.1.6.7. *Aporque*

El aporque es necesario porque permite evitar tumbado o vuelco de las plantas, sobre todo en valles interandinos, donde la quinua crece en forma exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse en pie y sostener las enormes panojas que desarrollan. También, permite a las plantas resistir los fuertes embates de los vientos, sobre todo en las zonas ventosas o de fuertes corrientes de aire. Flores y otros (2010).

Los aporques son necesarios para sostener la planta sobre todo en los valles interandinos donde la quinua crece en forma bastante exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse de pie y sostener las enormes panojas que se desarrollan, evitando de este modo el tumbado, Mujica citado por Huallpa (2016).

#### 4.1.6.8. Fertilización

La quinua es una planta exigente en nutrientes, principalmente de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio; por ello requiere un buen abonamiento y fertilización. Los niveles a utilizar dependerán de la riqueza y contenido de nutrientes de los suelos donde se instalará la quinua, de la rotación utilizada y también del nivel de producción que se desea obtener, Flores y otros (2010).

El nitrógeno es un elemento que limita los rendimientos. Incrementa el crecimiento vegetativo y la capacidad fotosintética de la planta; es decir, determina el número de hojas, el número de semillas por inflorescencia. Una importante cantidad del nitrógeno absorbido por la planta llega a los granos a la madurez y contribuye a la cantidad de proteína, calcio, magnesio y azufre. La respuesta de la quinua al fósforo, depende de la disponibilidad de fósforo soluble y el grado de fijación del fósforo adicionado al suelo. El fósforo mineralizado de materia orgánica es más benéfico que el fósforo inorgánico aplicado debido a que el orgánico está disponible mucho más tiempo en la solución suelo para la absorción. La disponibilidad de fósforo orgánico se puede incrementar al sembrar quinua después de cultivos de abono verde o utilizando micorrizas de raíz, aisladas de la quinua, que tienen una relación simbiótica con las raíces y pueden mejorar la absorción de nutrientes. La quinua absorbe potasio en grandes cantidades y se puede apreciar que la mayor parte del potasio absorbido queda en el tallo y este puede ser reciclado por medio de incorporación de rastrojo, Gómez y Aguilar (2016).

Los síntomas de deficiencia de los elementos minerales importantes en la quinua son los siguientes:

- *Nitrógeno*: plantas de crecimiento retrasado, plantas poco saludables y pequeñas; Clorosis generalizada; las hojas más viejas de la planta son las primeras en presentar los síntomas, puesto que el N se despalza de las hojas maduras a las hojas jóvenes.
- *Fósforo*: crecimiento retrasado; hojas verde oscuras azuladas, moradas y parduscas (a menudo también en los tallos); plantas lentas a madurar, permaneciendo verdes; desarrollo de raíces muy deficiente; los granos pobremente rellenos.
- *Potasio*: crecimiento retrasado; hojas que muestran decoloración a lo largo de los márgenes exteriores; la planta se torna débil, susceptible al encamado; poca resistencia a condiciones de estrés como las heladas y la sequía; los frutos son pequeños.
- *Magnesio*: decoloración amarillenta entre venas de hojas verdes (clorosis típica de franjas; el Mg es parte de la clorofila, necesario para la fotosíntesis), seguido por

manchas y necrosis (muerte de los tejidos), comenzando en las viejas hojas del tercio inferior.

- *Azufre*: toda la planta es amarilla (a menudo es confundido con deficiencia de N); hojas del tercio superior amarillentas, aún las hojas más jóvenes; madurez del cultivo retrasado, Care-Perú (2012).

#### 4.1.6.9. Cosecha

La cosecha de la quinua presenta 7 etapas bien definidas. Se realiza cuando hayan alcanzado la madurez fisiológica esto se puede observar cuando los granos están duros de tal manera que impiden la penetración de la uña, y además la planta comienza a secarse:

- *Corte o siega*: Consiste en cortar las plantas, en este caso usando Hoz que es la mejor manera que arrancar con las manos.
- *Presecado, emparvado o arqueado*: Esta labor consiste en colocar las plantas segadas o gavillas de quinua en un lugar cercano al campo de cultivo cuyo objetivo es promover el presecado inicial del grano de la quinua, es decir provocar la pérdida de humedad del grano. Se debe colocar tarimas para evitar contacto con el suelo, nunca colocar plástico sino ocurrirán muchas pudriciones. No debe permanecer por más de 15 días, Gómez y Aguilar (2016).
- *Trilla o golpeo*: consiste en separar el grano de la panoja El objetivo es obtener granos íntegros con el embrión completo. El lugar de trilla debe ser plano, firme y un poco elevado. Sobre las eras se usa material disponible de la zona como mantas, lonas, tolderas llamadas sekas o llicllas. Si la trilla es de forma tradicional, se realiza usando las wajtanas. Para evitar el rompimiento de grano se recomienda envolver con cuero de llama la parte que presenta curvatura en la wajtana. Es recomendable usar trilladoras estacionarias (130-150 kg grano/h), Agrobanco (2012).
- *Prelimpieza o venteado*: consiste en separar el grano de las impurezas orgánicas e inorgánicas después de la trilla. Entre los materiales orgánicos tenemos pedazos de tallos (kiri), hojas pequeñas, cáscara de quinua, granos partidos, semillas de malezas y larvas de insecto. Entre los materiales inorgánicos contamos con piedrecillas, arena y otros. El mejor momento para realizar el venteo es por las tardes, debido a la presencia de fuertes corrientes de aire. Se usan platos o zarandas y a determinada altura se sacuden para hacer caer los granos sobre la lona, el viento separa las impurezas. No es recomendable guardar el grano con impurezas porque se torna amarillento, Gómez y Aguilar (2016).

- *Secado de granos*: el secado de grano consiste en retirar la humedad que aún tienen los granos de quinua después de la trilla, estas se encuentran en forma líquida en el interior de las células del grano, y en forma gaseosa en los espacios intercelulares. En el secado o retiro de la humedad ocurren dos procesos simultáneos; el primero consiste en la transferencia del vapor de agua (humedad) de la superficie de los granos hacia el aire (medio ambiente) y segundo el movimiento de agua desde la parte interna del grano hacia la parte superficial. Para realizar este proceso se requiere de calor. En el altiplano peruano esta actividad se realiza principalmente aprovechando las condiciones medioambientales adecuadas para el secado como; temperaturas de 15 °C, humedad relativa 48 %, y presencia de horas luz y corrientes de viento, León (2003).
- *Limpieza, selección y clasificación del grano*: consiste en la obtención de granos libres de impurezas que pudieron haber quedado después de la primera limpieza. Luego se seleccionan y clasifican de acuerdo a su tamaño y requerimiento de calidad (color). Se usan zarandas (suysunas) para limpiar, seleccionar y clasificar, dependiendo de la cantidad de granos será el tamaño de la zaranda (suysuna). El tamaño del diámetro de los agujeros de la zaranda indica la calidad: quinua de primera es mayor a 2 mm; y de segunda, menor a 2 mm. La selección y clasificación de granos de quinua se puede realizar en máquinas diseñadas para este propósito, Agrobanco (2012).
- *Almacenamiento*: consiste en guardar los granos usando envases, por un determinado tiempo y en un lugar adecuado, para poder darle las condiciones adecuadas, de tal manera que los granos se conserven tal como se hallaban antes del proceso de guardado o almacenamiento. En realidad, el almacenamiento de granos comienza desde el momento en que los granos alcanzan la madurez fisiológica en el campo hasta que estos llegan a su destino final como son los consumidores o la germinación de los granos en campo nuevamente, como se puede ver los granos estarán sometidos a diferentes condiciones tanto en campo y en almacén. Calla (2012).

#### **4.1.7. Plagas y enfermedades**

##### *4.1.7.1. Kcona Kcona*

Existen tres especies de importancia que generan daños en quinua: *Eurysacca quinoae povolny*, *Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca media*, se les conoce también como pegadores de hojas o polilla de la quina. La época de sequía y veranillos favorecen su presencia, las larvas de la primera generación minan y destruyen hojas e inflorescencias en formación, pegan las hojas tiernas enrollándose y alimentándose de ellas. Las larvas de la segunda generación afectan en

todas sus etapas de formación. Se han registrado más de 250 larvas de polilla por planta, (Gomez y Aguilar, 2016).

El adulto del Kcona Kcona es una mariposita pequeña de color amarillo pajizo a gris parduzco. Las larvas son de coloración variable: amarillo verdoso o marrón claro oscuro, con manchas difusas marrón oscuro o rosado en la parte dorsal semejantes a bandas lineales, las larvas al notar predadores descienden al suelo a través de un hilo delgado transparente elaborado por la misma larva, se asemeja a la tela de la araña, (Leon, 2003).

#### *4.1.7.2. Mildiu o quemado, Peronospora farinosa*

El agente causal de mildiu de la quinua es el *Peronospora farinosa* un patógeno obligado. La enfermedad ataca a hojas, ramas, tallos e inflorescencias o panojas; infecta durante cualquier estado fenológico del cultivo. Los daños son mayores en plantas jóvenes (ramificación a panojamiento), provocan defoliación, afectando el normal desarrollo y fructificación de la quinua. Generalmente, las condiciones ambientales con alta humedad favorecen el desarrollo del mildiu. Esta enfermedad se presenta en la mayoría de los lugares donde se cultiva la quinua debido a la gran diversidad genética del patógeno y su amplio rango de adaptabilidad. Se encuentra distribuido en todos los países donde se cultiva quinua: Sudamérica, Norteamérica y Europa. La sintomatología varía en las diferentes variedades, fases fenológicas de desarrollo y órgano infectado de la planta. Generalmente, la enfermedad se inicia en las hojas inferiores, propagándose hacia las hojas superiores. En la cara superior, se observan manchas amarillas pálidas (cloróticas) o rojizas de tamaño y forma variable. En la cara inferior, se ve una pelusilla de color plomo o gris violáceo (esporangio y esporangioforos). Los síntomas van aumentando sucesivamente en tamaño y número, Agrios (1996).

## **4.2. Germoplasma**

### **4.2.1. Definición**

Etimológicamente germoplasma deriva del latín germen que significa inicio rudimental de un nuevo ser orgánico y del griego plasma, que significa formación, por lo tanto; germoplasma se define como a la formación del principio rudimental de un nuevo ser orgánico, Mujica citado por Huallpa (2016).

### **4.2.2. Métodos de conservación de germoplasma**

#### *4.2.2.1. Conservación in-situ*

La conservación in situ se refiere a la conservación de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales, y

en el caso de las especies domesticadas y cultivadas en los entornos en que se hayan desarrollado sus propiedades específicas. Esta modalidad ha sido practicada por los agricultores por muchas generaciones, básicamente con variedades locales y regionales las cuales se han utilizado para su subsistencia. Con los siglos, los agricultores y comunidades han adicionado un valor económico a estos materiales, a través de su selección y utilización. Estas variedades, basadas en la innovación del agricultor son, fueron y serán la base para el desarrollo de futuras variedades comerciales, Vallejo y Estrada, (2002).

#### *4.2.2.2. Conservación Ex-situ*

Es la conservación de recursos filogenéticos fuera de su hábitat natural, mediante conservaciones en colecciones en los bancos de germoplasma. Cosío, citado por Huallpa, (2016). Es el principal método de conservación de los recursos filogenéticos ha sido el uso de los bancos de germoplasma ex situ (almacenamiento de semillas a bajas temperaturas y humedad), Vallejo y Estrada (2002).

### **4.2.3. Mejoramiento genético de la quinua**

#### *4.2.3.1. Antecedentes.*

El mejoramiento genético de la quinua se inicia en 1965 en la Estación Experimental de Patacamaya (Bolivia). Casi simultáneamente también se comenzaron a realizar trabajos de mejoramiento en base a selecciones y adaptaciones de diversos cultivares en las Universidades de Puno, Cusco y la Universidad Agraria La Molina. Álvarez, citado por Huamán (2002).

#### *4.2.3.2. Objetivos del mejoramiento en quinua.*

El mejoramiento genético en esta especie pretende lograr quinua libre de saponina de alto rendimiento, grano grande, buena calidad culinaria, tallo erecto panoja bien definido y resistente a las enfermedades. En resumen, los objetivos del mejoramiento están orientados a la obtención de variedades de mayor rendimiento, mayor calidad, comercial del producto, resistencia a factores adversos de tipo biótico y abiótico además de otros considerados secundarios pero que pueden ser de utilidad para los propósitos de identificación y manejo de variedades, Tapia citado por Llantoy (2014),

### **4.2.4. Caracterización y evaluación**

#### *4.2.4.1. Definición de caracterización*

Es la conversión de los estados de un carácter en términos de dígitos datos o valores, mediante el uso de descriptores. Caracterización, es la toma de datos cualitativos y cuantitativos útiles en

la descripción y con ello diferenciar accesiones de una misma especie, Querol, citado por Huallpa (2016).

#### 4.2.4.2. *Recomendaciones para realizar caracterizaciones*

- Es necesario tener conocimiento completo de la biología de la especie, especialmente en el aspecto reproductivo: sexual, asexual, autógena, alógama, así como de su centro de origen y domesticación.
- La documentación adecuada proporciona elementos útiles para establecer una visión preliminar de la colección en referencia. Con esa visión es posible inferir de la variabilidad que se puede encontrar en los materiales aún antes de iniciar la caracterización, e igualmente, ayuda en la definición clara de los objetivos de la caracterización y permite ahorrar pasos innecesarios.
- Se deben establecer claramente los objetivos teniendo en cuenta si lo que se busca es la variabilidad del grupo, la representatividad de la colección, investigar la estructura, identificar duplicados o detectar genes especiales.
- Independiente de los objetivos establecidos, se recomienda realizar una siembra experimental previa que permita conocer en términos generales la variabilidad global de la colección, la facilidad de registro de los descriptores y su utilidad para la caracterización y multiplicación de semillas.
- Antes de intentar la caracterización definitiva se recomienda homogenizar las accesiones de acuerdo con sus morfotipos. Esto es especialmente importante con formas silvestres y variedades tradicionales nativas, las cuales frecuentemente en su estado original son mezclas de morfotipos.
- Para obtener mejor y mayor información en el análisis estadístico y confiabilidad en las diferencias entre los materiales y las variables se recomienda establecer 3 a 5 plantas de cada accesión y un mínimo de dos repeticiones.
- Cuando la disponibilidad de semillas o de material vegetativo es baja y, por tanto, no es posible establecer parcelas replicadas de cada accesión, se recomienda seleccionar un lote lo más homogéneo posible para evitar los efectos de la variabilidad en las condiciones del suelo. En estos casos la obtención correcta de los datos facilita el análisis comparativo entre accesiones y aun entre variables.
- Si el objetivo principal es medir la variabilidad del grupo, se recomienda seleccionar descriptores que sean lo más discriminatorios posible. Esto permite ahorrar tiempo al evitar la toma de datos repetitivos y simplifica el análisis.

- En el momento de diseñar el trabajo de caracterización se recomienda consultar con un estadístico o un profesional afín sobre el diseño en el campo, la forma adecuada de registrar y analizar los datos, y la interpretación de los resultados.
- El uso de los programas automatizados actualmente disponibles ayuda en el entendimiento de los procedimientos relacionados con los métodos estadísticos avanzados para el análisis de datos de caracterización, especialmente los multivariados. La clave es saber interpretar los resultados en el punto donde el conocimiento biológico de la especie es importante para explicar los resultados del análisis de los datos, Franco e Hidalgo (2003).

#### 4.2.4.3. *Definición de evaluación*

La evaluación se refiere a medir características genéticas de tipo cuantitativo que son afectadas por el medio ambiente, como son los factores de rendimiento y adaptación, Vallejo y Estrada (2002).

#### 4.2.4.4. *Descriptores*

El descriptor es una característica mediante la cual se puede caracterizar el germoplasma y determinar su utilidad potencial, debe ser específico para cada especie, permite diferenciar varios genotipos entre si y expresa el atributo medido de manera precisa y uniforme, Gómez (2016).

Un descriptor de una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. Estos descriptores han sido definidos para un gran número de especies cultivadas, Franco e Hidalgo (2003).

#### 4.2.4.5. *Tipos de descriptores*

- *De pasaporte*: proporcionan la información básica que se utiliza para el manejo general de la accesión, incluyendo el registro en el banco de germoplasma y cualquier otra información de identificación, y describen las características que se deben observar cuando se hace la recolección original.

- *De manejo*: proporcionan las bases para el manejo de las accesiones en el banco de germoplasma y ayudan durante su multiplicación y regeneración; por ej., fechas de multiplicación, cantidades de semillas disponibles, porcentajes de viabilidad.
- *Del sitio y el medio ambiente*: describen las condiciones específicas del sitio y del ambiente y ayudan en la interpretación de resultados cuando se realizan pruebas de caracterización y evaluación. Se incluyen, también, en esta categoría los descriptores del sitio de recolección del germoplasma; por ej., coordenadas geográficas, características de clima y suelos.
- *De caracterización*: permiten la discriminación relativamente fácil entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales considerados como deseables por consenso de los usuarios de un cultivo en particular; por ej., colores y formas de tallos, hojas, flores, semillas y frutos. Adicionalmente, en los últimos años se están incluyendo descriptores relacionados con los marcadores moleculares, gracias a los avances logrados en la biología molecular, especialmente en las técnicas de electroforesis.
- *De evaluación*: la expresión de la mayoría de los descriptores de esta categoría depende del medio ambiente y, en consecuencia, se requieren métodos experimentales especiales para su evaluación. La evaluación puede también involucrar métodos complejos de caracterización molecular o bioquímica. En este tipo de descriptores se incluyen caracteres como rendimiento, productividad agronómica, susceptibilidad a estrés y caracteres bioquímicos y citológicos, los cuales generalmente son de mayor interés en el mejoramiento de cultivos, Franco e Hidalgo (2003).

#### 4.2.4.6. *Estados de descriptor*

Se espera que las características visibles de una especie sean más o menos homogéneas, sin embargo, todas no se expresan con la misma intensidad y algunos miembros de la población pueden presentar diferentes grados de expresión que se traducen en diferentes tipos de datos o categorías de variables. Por tanto, los descriptores se pueden diferenciar de acuerdo con el estado que presentan, lo cual es conocido como estados del descriptor y se registran mediante escalas de valor.

Existen distintas categorías de datos, según la expresión del descriptor que puede ser en forma cualitativa o cuantitativa. Si se expresa en forma cualitativa, se pueden generar datos binarios (también llamados de doble estado), datos con secuencia (ordinales) y datos sin secuencia

(nominales). Si se expresa en forma cuantitativa, los datos generados pueden ser discontinuos (llamados también discretos), Franco e Hidalgo (2003).

#### 4.2.4.7. *Fenotipaje o fenotipado*

Según Pérez (2019) en los años 60, el término fenotipado comenzó a utilizarse, para referirse al conjunto de metodologías y protocolos empleados en determinar el crecimiento y arquitectura del organismo, así como su composición, con exactitud y precisión. En los últimos años, según este autor, se han desarrollado métodos modernos de fenotipado de plantas, entre ellos el fenotipado basado en visión artificial, el cual es la obtención de medidas de parámetros fisiológicos, de crecimiento, de desarrollo y de cualquier otra característica de la planta, a través de un proceso automatizado, el cual incluye el uso de drones.

El término Fenotipo proviene del griego “phainein” y “typos”, que significan mostrar tipos. También fue definido por Wilhelm Johannsen en 1911 como: “todas las formas en que los organismos pueden ser caracterizados por una observación directa, o por detallados métodos de medición o descripción” (Johannsen, 1911). Houle et al. (2010) definió el fenotipaje como la adquisición de datos fenotípicos altamente dimensionales en organismos a gran escala. Fioriani y Schurr (2013), se refirió al fenotipaje de plantas como un grupo de metodologías y protocolos que usan medidas precisas para evaluar el crecimiento de la planta, su arquitectura y composición a diferentes escalas.

## V.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue básica y experimental de nivel descriptivo.

### 5.2. Ubicación temporal del experimento

La fase experimental de la investigación en campo se realizó desde setiembre del 2018 a abril del 2019, la labor de evaluaciones postcosecha y de laboratorio a partir de mayo hasta agosto del 2019.

### 5.3. Ubicación del campo experimental

#### 5.3.1. Ubicación Política.

Región:	Cusco
Provincia:	Cusco
Distrito:	San Jerónimo
Lugar:	Centro Agronómico K'ayra

#### 5.3.2. Ubicación Geográfica.

Longitud:	71°52'03" Oeste
Latitud:	13°33'24" sur
Altitud:	3,219 m

#### 5.3.3. Ubicación Hidrográfica.

Cuenca :	Willkamayu
Sub cuenca:	Watanay
Microcuenca:	Wanakaure

#### 5.3.4. Zona de vida

El Diagrama bioclimático propuesto por Holdridge (1967) y citado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2017) ubica al Centro Agronómico K'ayra en la zona de vida Bosque seco – Montano bajo - Templado frío.

#### 5.3.5. *Materiales.*

- Estacas para marcar parcelas
- Carteles de identificación.
- Libreta de campo.
- Yeso.
- Bolsas de papel.
- Descriptor

### 5.3.6. Herramientas.

- Balanza de precisión.
- Balanza analítica.
- Cinta métrica.
- Picos, azadas y segaderas
- Regla graduada con vernier (pie de rey)
- Zarandas

### 5.3.7. Equipos.

- Cámara fotográfica.
- Pulverizador manual de 15 lt
- Ventilador eléctrico
- Equipo de computo
- Tractor agrícola con arado y rastra.

### 5.3.8. Material biológico.

Se utilizaron 25 accesiones de quinua procedentes del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), de la Facultad de Ciencias Agrarias.

**Tabla 1:**

*Accesiones del Banco de Germoplasma utilizados*

N°	Clave	N°	Identificación	N°	Clave
1	CQC-003	10	CQC-114	18	CQC-199
2	CQC-026	11	CQC-117	19	CQC-244
3	CQC-034	12	CQC-132	20	CQC-260
4	CQC-042	13	CQC-141	21	CQC-296
5	CQC-045	14	CQC-145	22	CQC-305
6	CQC-051	15	CQC-165	23	CQC-401
7	CQC-062	16	CQC-167	24	CQC-424
8	CQC-067	17	CQC-183	25	CQC-465
9	CQC-110				

## 5.4. Métodos

### 5.4.1. Características del campo experimental

#### 5.4.1.1. Campo experimental.

- Largo: 60 m
- Ancho incluida calles centrales: 25 m.
- Área total: 1,500 m<sup>2</sup>

#### **5.4.1.2. Bloques.**

— N° de bloques:	4
— Ancho de bloque:	5 m
— Largo de bloque:	60 m
— Área por bloque:	300 m <sup>2</sup> .

#### **5.4.1.3. Unidad experimental.**

— Total, de unidades experimentales:	100
— Unidades experimentales por bloque:	25
— Largo:	5 m
— Ancho:	2.4 m
— Área:	12 m <sup>2</sup>

#### **5.4.1.4. Calles.**

— Numero de calles entre bloques:	5
— Largo:	60 m
— Ancho:	1 m
— Área total de calles:	300 m <sup>2</sup>

#### **5.4.1.5. Surcos**

— N° de surcos por unidad experimental:	3
— Largo:	5 m
— Ancho:	0.8 m
— Área:	4 m <sup>2</sup>

#### **5.4.1.6. Cantidad de semilla**

— Por hectárea:	6 kg
— Por bloque:	225 g
— Por surco:	3 g

### **5.4.2. Conducción del cultivo**

#### **5.4.2.1. Preparación del terreno**

El 10 de setiembre se realizó la limpieza de los rastrojos de la campaña anterior, seguido por el riego de machaco, una vez muestreado la humedad del suelo y se encontraba en su capacidad de campo, se realizó el arado, rastrado y surcado con tractor agrícola el 20 de setiembre del 2018.

#### **5.4.2.2. *Surcado del campo experimental***

El surcado del campo experimental se realizó con surcadora de tractor agrícola, la cual contaba con tres rejas equidistantes a 0,80 m entre reja y reja, por lo que los surcos tuvieron un distanciamiento de 0,80 m entre surco y profundidad de surco de 0,30 m. La labor se realizó después del rastrado del campo experimental.

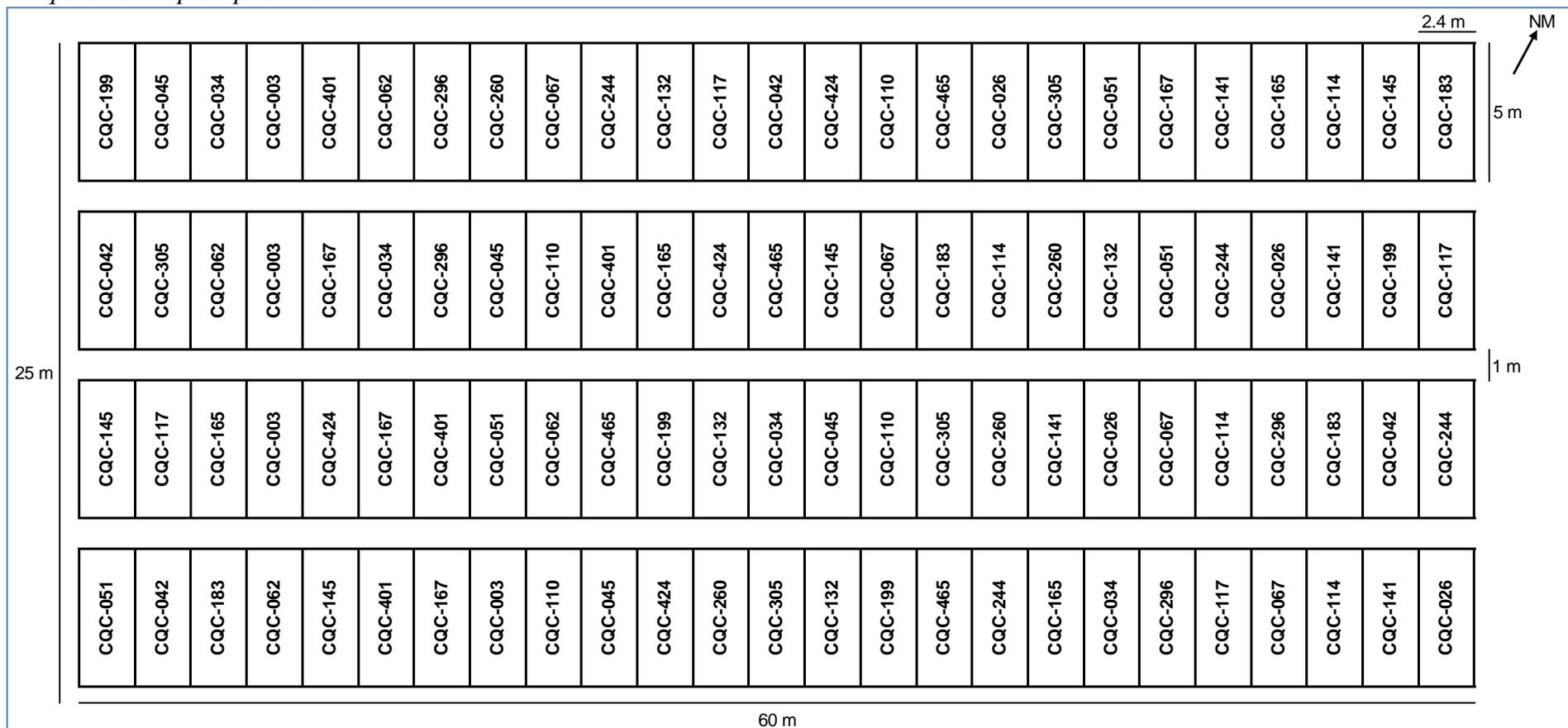
#### **5.4.2.3. *Siembra.***

Dos días antes de la siembra, se realizó el riego por surco a fin de darle la humedad necesaria para la germinación de las semillas, la siembra se ejecutó el 05 de octubre del 2018, se tuvo que marcar los bloques del campo experimental de acuerdo al croquis de los bloques y unidades experimentales, se distribuyeron en la cabecera de inicio de cada surco, las bolsitas de las accesiones debidamente identificadas, se sembró a chorro continuo, utilizando 3 gramos de semilla por surco, finalmente se procedió al tapado de la semilla con una capa de tierra de 2 a 3 cm de espesor en forma manual utilizando tridentes.

#### **5.4.2.4. *Raleo.***

Esta labor se realizó con la finalidad de establecer la población homogénea de plantas por surco y parcela, en esta labor se eliminaron arrancando en forma manual las plantas débiles quedando solo las mejores plantas, se realizó cuando las plantas alcanzaron entre 10 a 15 cm de altura, dejando un espaciamiento entre planta y planta dentro del surco de 10 cm y una población final de 50 plantas por surco, 150 plantas por unidad experimental y 600 plantas por tratamiento, haciendo 125,000 plantas /ha. Se realizó del 15 al 20 de noviembre del 2018.

**Figura 1:**  
*Croquis del campo experimental*



**Figura 3:**  
*Raleo de plantas*



#### **5.4.2.5. Riego.**

El riego de las parcelas se realizó según la necesidad del cultivo, debido a la ausencia de las lluvias, estos riegos se realizaron desde el 12 de octubre del 2018 al 10 de enero del 2019, luego de ello no fue necesario el riego, debido a la normalización de lluvias de temporada. Los riegos se realizaron por gravedad.

#### **5.4.2.6. Aporque**

El aporque se realizó a fin de evitar el tumbado de las plantas, por acción de los vientos fuertes y controlar las malezas. El primer aporque se realizó del 18 al 22 de diciembre del 2018 y el segundo se efectuó del 03 al 06 de enero del 2019.

**Figura 4:**  
*Aporque y control de malezas*



#### **5.4.2.7. Deshierbe.**

Adicionalmente a los aporques fue necesario realizar deshierbos, especialmente en la etapa inicial de crecimiento. Esta labor se realizó en forma manual, eliminándose oportunamente las plantas que competían con el cultivo, haciendo uso de khytuchi y lampa, puesto que es una labor muy importante como en todo cultivo.

#### **5.4.2.8. Fertilización.**

El nivel de fertilización utilizado fue de 80-60-40, las fuentes de fertilizantes fueron: Urea agrícola (46-0-0), Fosfato Diamónico (18-46-0) y Cloruro de Potasio (0-0-60). El nitrógeno se aplicó en forma fraccionada, a la siembra la mitad del nivel de nitrógeno y todo el fosforo y potasio. Al aporque se aplicó la cantidad faltante de nitrógeno.

#### **5.4.2.9. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual utilizando segaderas para el corte de las plantas a medida que alcanzaban la madurez fisiológica, del 25 de marzo al 18 de abril del 2019. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- *Corte y siega:* Se cortaron los tallos a 10 cm por encima del cuello de la planta. Primero fueron cortadas las 10 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela en las que se evaluaron durante el período vegetativo, las cuales estaban con sus respectivas claves, posteriormente se cortaron las plantas que conformaban la parcela neta. El corte se realizó de forma manual con ayuda de segadera.
- *Secado de la planta:* las plantas individuales tuvieron que trillarse individualmente inmediatamente después del corte, a fin de depositar en bolsas de papel para el secado definitivo, en el ambiente del programa de investigación en quinua. Con las plantas restantes de la parcela neta se formaron parvas en sus respectivas parcelas, las que permanecieron alrededor de 15 días expuestas al sol para el secado definitivo.
- *Trilla:* Una vez secas las panojas de las plantas se procedió al trillado, separando los granos de los rastrojos. Las plantas para evaluación de granos fueron trilladas en forma individual. Esta actividad se realizó en forma manual, frotando las panojas con las manos y pies hasta lograr el desprendimiento total de los granos.
- *Zarandeo:* Esta labor se realizó para separar los granos de las impurezas propias de la trilla, las cuales estaban constituidas por ramas, ramillas, ejes glomerulares y perigonios de los granos. Para esta actividad se utilizó la zaranda con cribas de 1.5 mm.

- *Venteado*: La limpieza de granos se realizó manualmente para las plantas individuales y con una ventiladora eléctrica el producto de la trilla de las plantas de la parcela neta. El objetivo fue eliminar los residuos finos que está conformado por los perigonios, hojas, tallos, inflorescencias y flores.
- *Embolsado y etiquetado*: Se utilizó bolsas de papel para el embolsado, con sus respectivas etiquetas.
- *Almacenamiento*: El material de las accesiones después de ser etiquetado y pesado se ingresó al banco de germoplasma de Quinoa a fin de su almacenamiento en este.

**Figura 5:**  
*Corte de plantas*



**Figura 6:**  
*Secado de tallos (A), Cosecha de granos (B)*



**Figura 7:**  
*Venteadado y limpieza de granos*



#### **5.4.3. Evaluaciones.**

Se tomó 10 plantas al azar dentro de cada parcela, considerando solamente el surco central de la unidad experimental y descartando las plantas borde y cabecera de surco. Las plantas elegidas fueron identificadas con etiquetas amarradas a la parte basal del tallo. Todas las evaluaciones se ejecutaron siempre sobre las mismas plantas de cada parcela.

**Figura 8:**  
*Evaluando estado de madurez de granos*



#### **5.4.3.1. Altura de planta a la cosecha**

Este indicador fue determinado midiendo con wincha metálica, la distancia existente entre el cuello de la planta y el ápice de la panoja. Se considera las 10 plantas muestreadas e identificadas con etiquetas.

#### **5.4.3.2. Diámetro de tallo principal**

El diámetro de tallo principal fue determinado midiendo con regla graduada con vernier, inmediatamente por debajo de la primera rama con panoja. La información fue registrada en centímetros.

#### **5.4.3.3. Longitud del peciolo**

Para determinar la longitud del peciolo de la hoja fue necesario medir con wincha metálica la distancia existente entre la zona de inserción del peciolo con el tallo y la zona de inserción de la hoja. La hoja considerada fue del tercio medio del tallo principal de la planta.

#### **5.4.3.4. Longitud máxima de la hoja**

Este carácter fue determinado midiendo con wincha metálica la distancia existente entre la zona de inserción de la hoja con el peciolo y el ápice. Se consideró la misma hoja elegida para longitud de peciolo.

#### **5.4.3.5. Ancho máximo de la hoja**

El ancho máximo de la hoja fue determinando midiendo la distancia con wincha metálica de la parte más ancha de la hoja. La hoja considerada es la misma utilizada para medir longitud de la hoja.

#### **5.4.3.6. Longitud de panoja**

Se tomó la medida en la panoja del tallo principal a partir de la inserción más compacta de glomérulos hasta el ápice de la misma, se utilizó para ello una cinta métrica de igual manera en las 10 plantas individuales por parcela.

#### **5.4.3.7. Diámetro de la panoja**

Se realizó la medida en la parte central de la panoja con la ayuda de una regla graduada con vernier, para ello se utilizó las mismas 10 plantas individuales de los surcos centrales.

#### **5.4.3.8. Diámetro de grano**

El diámetro de grano fue determinado utilizando una regla graduada con vernier, se utilizó una muestra obtenida de cada planta evaluada.

**Figura 9:**  
*Evaluación del diámetro del grano*



#### **5.4.3.9. *Espesor de grano***

Este indicador fue determinado con regla graduada con vernier, se consideró los granos obtenidos por muestra aleatoria de los granos de cada una de las plantas evaluadas.

#### **5.4.3.10. *Peso de granos por planta***

Utilizando una balanza de precisión se determinó el peso de los granos limpios y secados por cada planta evaluada, de cada unidad experimental, la información fue expresada en gramos por planta. Se consideró las 10 plantas etiquetadas en cada unidad experimental.

#### **5.4.3.11. *Peso de granos por hectárea.***

Para determinar este carácter fue necesario pesar todos los granos limpios y secados obtenidos de todas las plantas de la parcela neta, sin considerar las plantas bordes. Este peso fue convertido a peso de granos por hectárea utilizando regla de tres simple, considerando como área efectiva de evaluación por surco central 4.0 m<sup>2</sup>.

**Figura 10:**  
*Determinación de peso de granos por hectárea*



#### **5.4.3.12. *Contenido de saponina por el método de la espuma***

Ese método se fundamenta en el hecho que la mayor parte de las saponinas contenidas en la quinua, son solubles en agua y forman espuma al ser agitadas. La cantidad de espuma producida es proporcional al contenido de saponina de los granos, razón por la cual, se mide la altura de espuma y se infiere que cuanto más alto la espuma más alta la concentración de saponina.

El procedimiento para determinar el contenido de saponina fue la siguiente:

- Se pesó 0.5 g de granos de quinua de las accesiones evaluadas

- A una jeringa descartable de 20 ml, se agrega los granos pesados y 5 ml de agua destilada.
- La jeringa fue agitada enérgicamente durante un minuto y luego se deja la jeringa en reposo por un minuto.
- Al cabo del tiempo de reposo, se vuelve a agitar enérgicamente la jeringa durante un minuto, para dejar en reposo por otro minuto.
- Finalmente se mide la altura de espuma formada en la escala de la jeringa en ml de espuma.

#### ***5.4.3.13.Densidad de siembra y características cualitativas***

Para las evaluaciones cualitativas se utilizó los descriptores propuestos para quinua por Bioversity International de la FAO, los cuales son presentados en anexos. Además de la densidad de siembra, fueron evaluados las siguientes características cualitativas:

- Tipo de crecimiento
- Hábito de crecimiento
- Forma de tallo
- Color de tallo principal
- Presencia de axilas pigmentadas
- Presencia de estrías
- Color de estrías
- Presencia de ramificación
- Posición de las ramas primarias
- Número de ramas
- Forma de la hoja
- Margen de la hoja
- Color del peciolo
- Color de lámina foliar
- Color de gránulos
- Color de panoja a floración
- Color de panoja a madurez fisiológica
- Forma de panoja
- Densidad de panoja
- Color de perigonio
- Intensidad de color

- Color del pericarpio
- Color de la episperma
- Color de perisperma
- Forma del fruto

**Figura 11:**  
*Color de gránulos de oxalato en la hoja*



#### **5.4.3.14. Evaluación fenológica**

- *Dos hojas verdaderas*: se contabilizó el número de días desde la siembra, hasta el momento en que el 50% de las plantas en un metro lineal mostraran el primer par de hojas verdaderas.
- *Ramificación*: En esta fase se observó la presencia de ocho hojas verdaderas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, y que más del 50% de las plantas del metro lineal presentaron ramificación.
- *Panojado*: Se contaron los días desde la siembra hasta que el 50% de plantas del metro lineal presentaron panojas formadas.
- *Floración*: Para determinar esta fase fenológica se contaron los días hasta que más del 50% de las flores de la inflorescencia se encontraran abiertas, la observación se hizo a medio día ya que en horas de la mañana y en la tarde las flores se encuentran cerradas.
- *Grano pastoso*: Se determinaron los días necesarios desde la siembra hasta que el 50% de las plantas marcadas de la selección presentaron granos pastosos, para lo cual se tomó el azar un grano de un eje glomerular del tercio medio de la panoja, y este grano al ser presionado con la uña, debía presentar una consistencia pastosa.

— *Madurez fisiológica*: Se contó los días que transcurrieron desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas marcadas de la selección mostraban signos de madurez fisiológica, es decir las plantas cambiaron de color en el tallo, en la panoja y los granos del eje glomerular del tercio medio de la panoja presentaban resistencia a la presión de las uñas.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. Variables cuantitativas

#### 6.1.1. Altura de planta

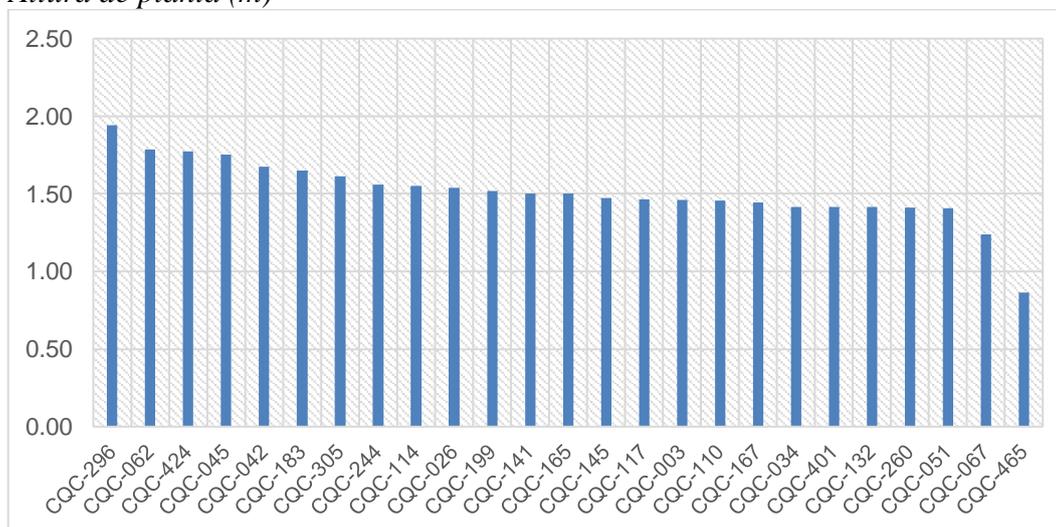
**Tabla 2:**

*Altura promedio de diez plantas por parcela en m.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	1.44	1.46	1.47	1.48	1.46
COC-026	1.80	1.42	1.40	1.54	1.54
COC-034	1.36	1.57	1.45	1.29	1.42
COC-042	1.90	1.93	1.34	1.54	1.68
COC-045	1.90	1.91	1.35	1.86	1.75
COC-051	1.46	1.47	1.32	1.39	1.41
COC-062	2.02	2.02	1.50	1.59	1.78
COC-067	1.31	1.34	1.08	1.22	1.24
COC-110	1.55	1.55	1.55	1.18	1.46
COC-114	1.66	1.60	1.55	1.41	1.55
COC-117	1.52	1.41	1.62	1.31	1.46
COC-132	1.52	1.43	1.51	1.20	1.41
COC-141	1.63	1.61	1.48	1.29	1.50
COC-145	1.43	1.39	1.55	1.52	1.47
COC-165	1.51	1.35	1.65	1.50	1.50
COC-167	1.64	1.37	1.43	1.33	1.44
COC-183	1.97	1.82	1.29	1.53	1.65
COC-199	1.56	1.54	1.49	1.49	1.52
COC-244	1.48	1.61	1.60	1.56	1.56
COC-260	1.47	1.39	1.36	1.42	1.41
COC-296	2.24	1.75	1.83	1.96	1.94
COC-305	1.77	1.40	1.60	1.67	1.61
COC-401	1.41	1.44	1.21	1.60	1.41
COC-424	1.89	1.90	1.53	1.78	1.77
COC-465	0.82	0.92	0.85	0.87	0.87
<b>Promedio</b>					1.51
<b>Máximo</b>					1.94
<b>Mínimo</b>					0.87
<b>Desviación estándar</b>					0.205

**Gráfico 1:**

*Altura de planta (m)*



### 6.1.2. Diámetro de tallo

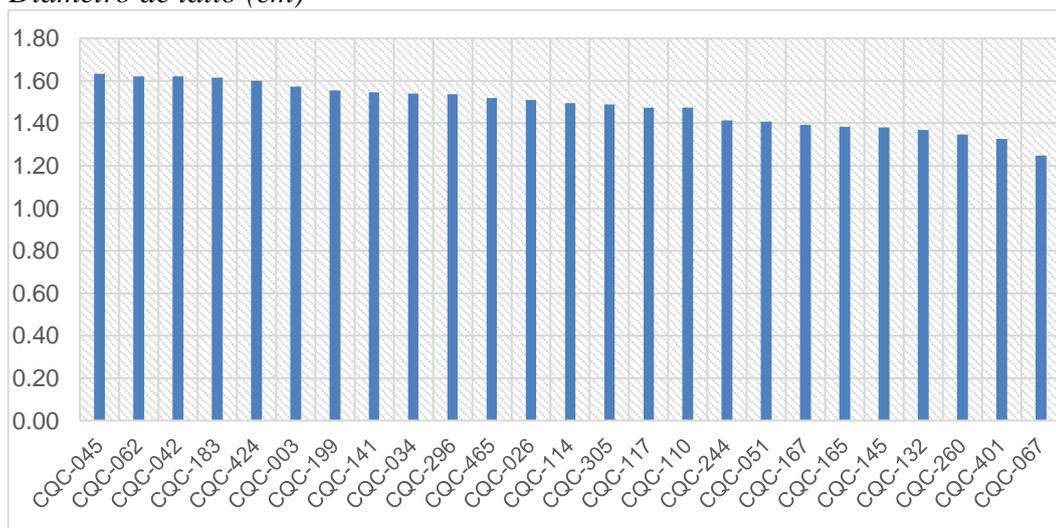
**Tabla 3:**

*Diámetro promedio de diez plantas por parcela en cm.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	1.41	1.44	1.75	1.69	1.57
COC-026	1.56	1.32	1.20	1.96	1.51
COC-034	1.53	1.25	1.76	1.62	1.54
COC-042	1.70	1.58	1.75	1.46	1.62
COC-045	2.00	1.64	1.28	1.62	1.63
COC-051	1.58	1.49	1.25	1.30	1.41
COC-062	1.87	1.42	1.55	1.65	1.62
COC-067	1.36	1.28	1.21	1.14	1.25
COC-110	1.53	1.55	1.48	1.33	1.47
COC-114	1.52	1.66	1.49	1.30	1.49
COC-117	1.52	1.32	1.58	1.48	1.48
COC-132	1.47	1.50	1.50	1.00	1.37
COC-141	1.76	1.53	1.69	1.20	1.54
COC-145	1.42	1.48	1.33	1.29	1.38
COC-165	1.39	1.38	1.38	1.39	1.38
COC-167	1.53	1.19	1.42	1.43	1.39
COC-183	1.93	1.87	1.20	1.46	1.62
COC-199	1.56	1.45	1.40	1.81	1.55
COC-244	1.40	1.57	1.40	1.28	1.41
COC-260	1.44	1.34	1.23	1.37	1.35
COC-296	1.68	1.37	1.54	1.56	1.54
COC-305	1.56	1.39	1.52	1.50	1.49
COC-401	1.40	1.39	1.17	1.34	1.33
COC-424	1.67	1.75	1.38	1.60	1.60
COC-465	1.44	1.68	1.52	1.44	1.52
<b>Promedio</b>					1.48
<b>Máximo</b>					1.63
<b>Mínimo</b>					1.25
<b>Desviación estándar</b>					0.106

**Gráfico 2:**

*Diámetro de tallo (cm)*



### 6.1.3. Longitud de peciolo

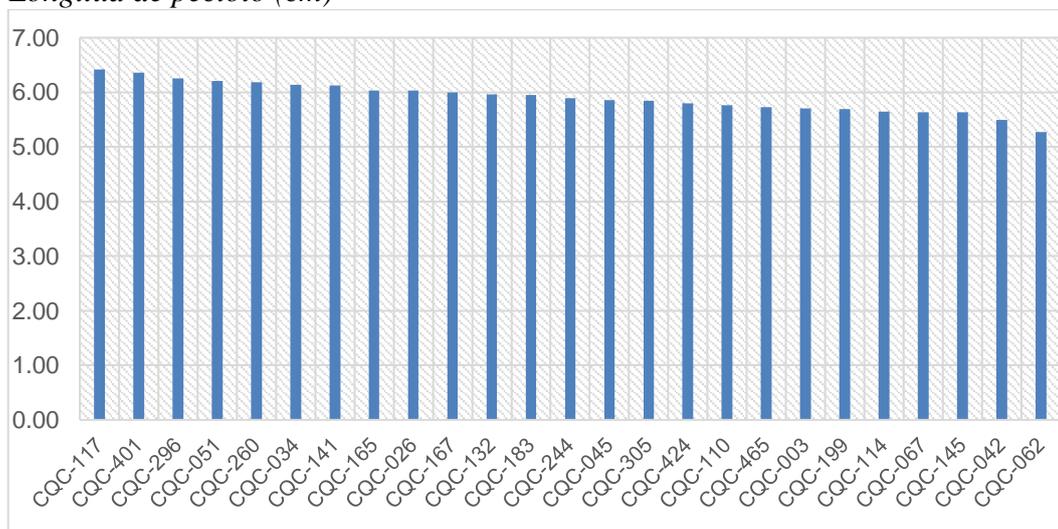
**Tabla 4:**

*Longitud de peciolo promedio de diez plantas por parcela en cm.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	5.40	5.45	6.48	5.47	5.70
COC-026	6.00	5.60	6.42	6.11	6.03
COC-034	6.78	6.00	6.30	5.47	6.14
COC-042	4.60	5.10	6.42	5.87	5.50
COC-045	6.49	5.13	5.85	5.96	5.86
COC-051	5.60	6.85	6.85	5.51	6.20
COC-062	4.60	5.25	5.80	5.43	5.27
COC-067	5.35	5.56	5.60	6.04	5.64
COC-110	5.40	5.95	6.54	5.18	5.77
COC-114	5.05	4.65	6.13	6.75	5.65
COC-117	7.50	5.86	6.45	5.86	6.42
COC-132	6.50	5.75	6.18	5.40	5.96
COC-141	5.45	6.60	6.31	6.15	6.13
COC-145	5.91	5.10	4.98	6.53	5.63
COC-165	5.87	6.10	6.53	5.64	6.04
COC-167	6.00	6.05	5.97	5.97	6.00
COC-183	6.40	5.68	5.15	6.58	5.95
COC-199	5.58	5.71	5.56	5.93	5.69
COC-244	6.24	6.24	5.44	5.65	5.89
COC-260	6.21	5.10	6.36	7.06	6.18
COC-296	6.00	6.36	6.33	6.30	6.25
COC-305	6.28	4.80	5.70	6.61	5.85
COC-401	6.70	5.40	6.78	6.56	6.36
COC-424	5.33	5.35	7.01	5.52	5.80
COC-465	6.55	5.80	4.68	5.86	5.72
<b>Promedio</b>					5.90
<b>Máximo</b>					6.42
<b>Mínimo</b>					5.27
<b>Desviación estándar</b>					0.277

**Gráfico 3:**

*Longitud de peciolo (cm)*



#### 6.1.4. Longitud máxima de hoja

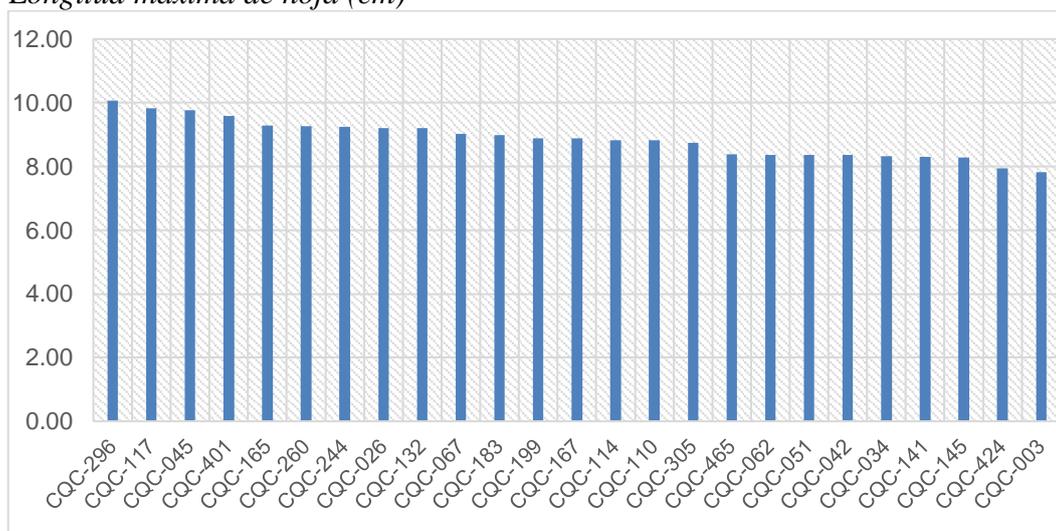
Tabla 5:

Longitud máxima de hoja promedio de diez plantas por parcela en cm.

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	7.90	5.45	9.42	8.55	7.83
COC-026	8.55	9.35	9.09	9.85	9.21
COC-034	8.65	7.43	9.22	7.98	8.32
COC-042	7.75	8.60	8.35	8.71	8.35
COC-045	8.60	10.40	9.87	10.21	9.77
COC-051	8.10	5.90	9.87	9.56	8.36
COC-062	6.10	8.34	9.55	9.48	8.37
COC-067	8.15	8.60	9.60	9.74	9.02
COC-110	7.90	10.04	9.26	8.09	8.82
COC-114	8.95	8.24	8.93	9.18	8.83
COC-117	11.03	9.41	10.04	8.81	9.82
COC-132	9.60	9.80	9.44	8.00	9.21
COC-141	7.80	8.80	8.45	8.19	8.31
COC-145	8.60	8.20	6.94	9.35	8.27
COC-165	8.90	9.90	9.16	9.14	9.28
COC-167	8.05	8.95	9.13	9.40	8.88
COC-183	9.25	9.00	8.30	9.38	8.98
COC-199	8.60	9.35	8.76	8.83	8.89
COC-244	9.20	9.00	9.41	9.39	9.25
COC-260	9.00	8.60	10.26	9.16	9.26
COC-296	10.40	9.17	9.72	11.00	10.07
COC-305	8.90	7.44	8.95	9.65	8.74
COC-401	9.30	10.70	8.40	9.96	9.59
COC-424	7.70	7.80	8.40	7.90	7.95
COC-465	9.55	8.90	6.94	8.12	8.38
				<b>Promedio</b>	8.87
				<b>Máximo</b>	10.07
				<b>Mínimo</b>	7.83
				<b>Desviación estándar</b>	0.590

Gráfico 4:

Longitud máxima de hoja (cm)



### 6.1.5. Ancho máximo de hoja

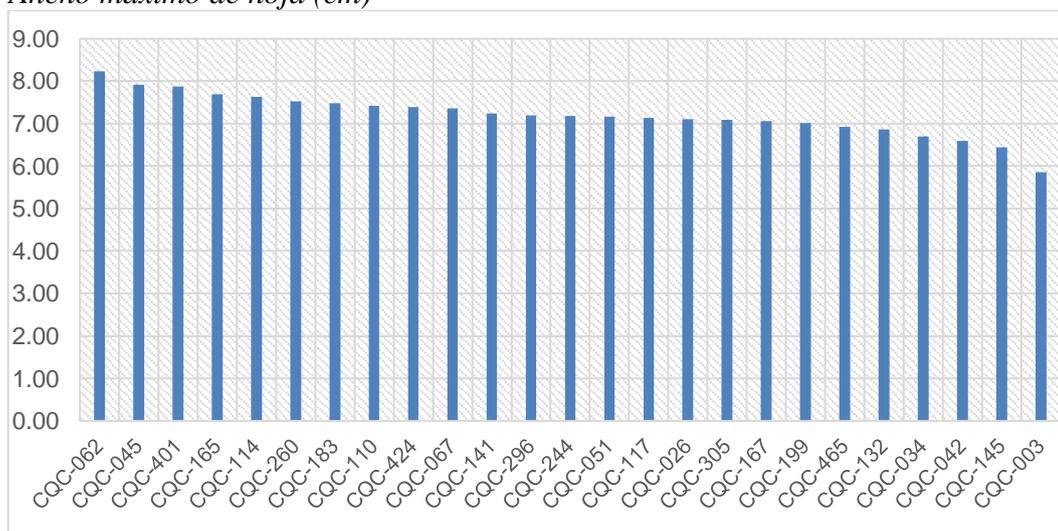
**Tabla 6:**

*Ancho máximo de hoja promedio de diez planas por parcela en cm.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	7.20	3.99	6.48	5.77	5.86
COC-026	6.70	7.30	7.06	7.36	7.11
COC-034	7.70	5.49	7.31	6.31	6.70
COC-042	5.81	6.05	7.39	7.10	6.59
COC-045	6.90	7.90	7.81	9.07	7.92
COC-051	7.15	5.46	8.11	7.93	7.16
COC-062	8.90	6.56	8.46	9.00	8.23
COC-067	6.95	7.00	7.55	7.94	7.36
COC-110	7.20	7.60	7.57	7.34	7.43
COC-114	7.90	6.40	7.60	8.62	7.63
COC-117	8.05	6.34	7.83	6.34	7.14
COC-132	6.25	7.15	7.57	6.50	6.87
COC-141	7.15	7.64	7.52	6.66	7.24
COC-145	6.50	6.45	5.69	7.15	6.45
COC-165	7.10	8.15	7.40	8.10	7.69
COC-167	6.55	6.95	7.25	7.47	7.06
COC-183	8.00	7.05	6.90	7.95	7.48
COC-199	6.50	7.30	6.64	7.59	7.01
COC-244	8.00	6.66	6.99	7.08	7.18
COC-260	7.70	6.14	8.14	8.13	7.53
COC-296	6.00	6.53	7.72	8.50	7.19
COC-305	7.40	5.94	7.29	7.70	7.08
COC-401	7.90	7.40	7.86	8.33	7.87
COC-424	6.61	7.38	8.86	6.70	7.39
COC-465	7.90	7.00	5.89	6.89	6.92
<b>Promedio</b>					7.20
<b>Máximo</b>					8.23
<b>Mínimo</b>					5.86
<b>Desviación estándar</b>					0.500

**Gráfico 5:**

*Ancho máximo de hoja (cm)*



### 6.1.6. Longitud de panoja

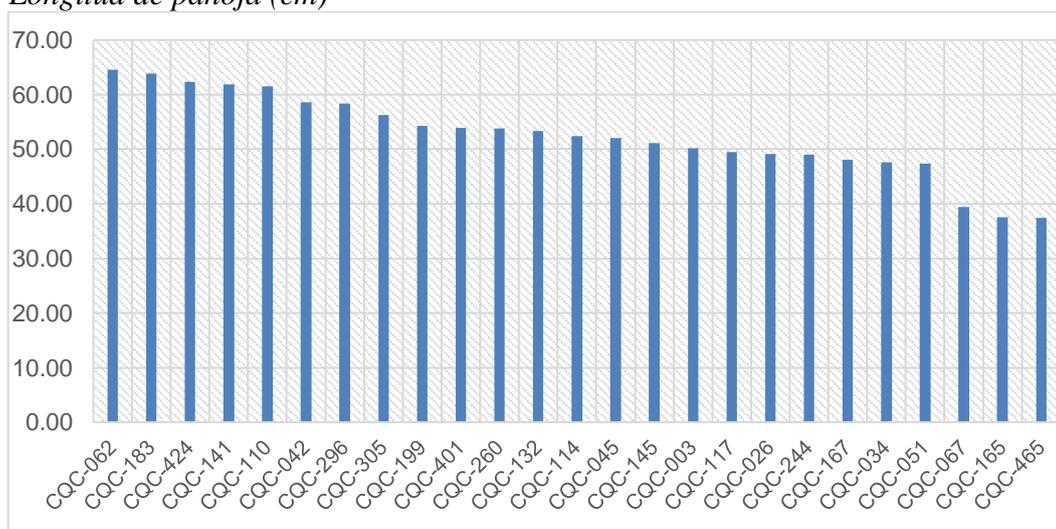
**Tabla 7:**

*Longitud de panoja promedio de diez plantas por parcela en cm.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	60.90	46.70	45.20	48.10	50.23
COC-026	59.40	43.60	45.20	48.10	49.08
COC-034	50.48	40.50	40.90	58.60	47.62
COC-042	59.29	80.50	48.75	45.90	58.61
COC-045	69.70	55.70	31.60	51.30	52.08
COC-051	49.40	43.40	34.10	62.50	47.35
COC-062	90.10	90.10	34.40	43.60	64.55
COC-067	41.90	41.20	34.20	40.50	39.45
COC-110	60.30	75.90	60.20	49.80	61.55
COC-114	51.35	60.60	55.50	42.30	52.44
COC-117	48.30	43.60	56.35	49.80	49.51
COC-132	58.80	42.50	55.50	56.40	53.30
COC-141	62.00	71.10	56.00	58.30	61.85
COC-145	49.90	45.30	53.50	55.50	51.05
COC-165	39.70	42.30	30.06	38.23	37.57
COC-167	63.00	40.40	46.20	42.50	48.03
COC-183	79.20	71.30	45.50	59.50	63.88
COC-199	59.20	53.20	44.60	59.90	54.23
COC-244	38.40	49.05	60.40	48.00	48.96
COC-260	59.75	63.30	40.10	51.90	53.76
COC-296	70.70	47.40	54.80	60.40	58.33
COC-305	73.89	46.70	57.40	46.80	56.20
COC-401	47.90	61.40	59.80	46.40	53.88
COC-424	84.10	65.60	47.10	52.40	62.30
COC-465	39.50	34.40	26.10	49.60	37.40
			<b>Promedio</b>		52.53
			<b>Máximo</b>		64.55
			<b>Mínimo</b>		37.40
			<b>Desviación estándar</b>		7.539

**Gráfico 6:**

*Longitud de panoja (cm)*



### 6.1.7. Diámetro de panoja

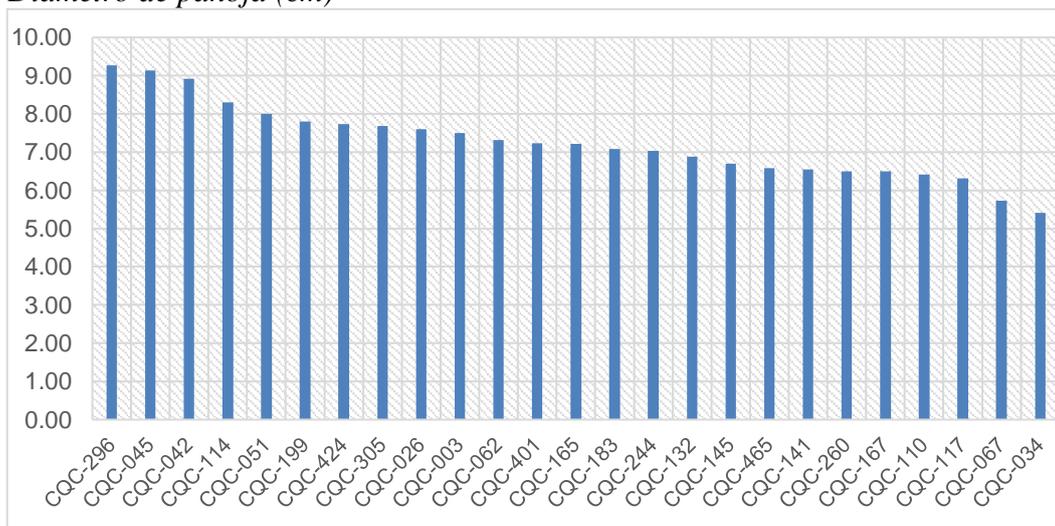
**Tabla 8:**

*Diámetro de panoja promedio de diez plantas en cm.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	9.90	5.47	5.35	9.30	7.51
COC-026	9.10	6.66	5.35	9.30	7.60
COC-034	5.76	4.32	4.44	7.17	5.42
COC-042	7.25	13.39	6.65	8.40	8.92
COC-045	10.75	9.70	5.11	10.96	9.13
COC-051	10.98	10.43	5.00	5.57	7.99
COC-062	7.18	7.48	7.27	7.30	7.31
COC-067	6.27	6.32	4.22	6.13	5.73
COC-110	5.94	7.87	5.70	6.12	6.41
COC-114	8.38	9.38	7.67	7.80	8.31
COC-117	7.09	5.14	6.91	6.12	6.31
COC-132	6.86	5.73	7.74	7.17	6.87
COC-141	7.02	6.53	5.60	7.06	6.55
COC-145	6.85	6.17	6.10	7.70	6.70
COC-165	6.34	7.76	7.01	7.76	7.22
COC-167	8.23	5.68	5.33	6.73	6.49
COC-183	6.63	7.04	7.27	7.40	7.08
COC-199	7.38	8.28	7.10	8.44	7.80
COC-244	7.15	6.91	6.97	7.07	7.02
COC-260	6.76	6.48	6.11	6.65	6.50
COC-296	7.76	8.58	8.85	11.85	9.26
COC-305	7.67	7.68	8.06	7.30	7.68
COC-401	7.74	6.35	7.91	6.95	7.24
COC-424	8.80	8.13	6.30	7.70	7.73
COC-465	6.51	7.24	6.50	6.11	6.59
				<b>Promedio</b>	13.95
				<b>Máximo</b>	9.26
				<b>Mínimo</b>	5.42
				<b>Desviación estándar</b>	0.974

**Gráfico 7:**

*Diámetro de panoja (cm)*



### 6.1.8. Diámetro de grano

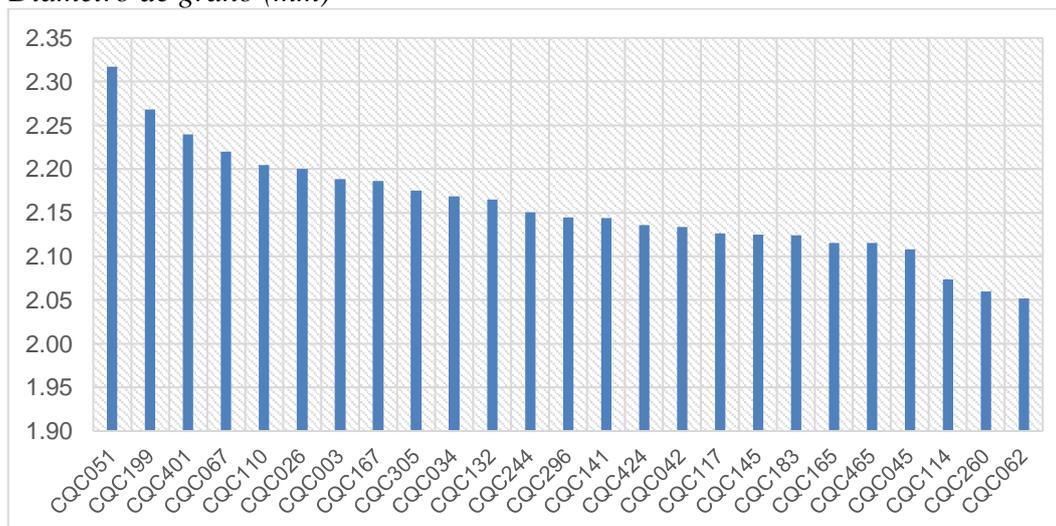
**Tabla 9:**

*Diámetro de grano promedio de diez plantas por parcela en mm.*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC003	2.22	2.17	2.18	2.19	2.19
COC026	2.12	2.25	2.17	2.26	2.20
COC034	2.18	2.23	2.20	2.07	2.17
COC042	2.27	2.07	2.00	2.19	2.13
COC045	2.05	2.11	2.18	2.09	2.11
COC051	2.28	2.29	2.39	2.30	2.32
COC062	1.97	2.11	2.12	2.01	2.05
COC067	2.32	2.21	2.23	2.12	2.22
COC110	2.27	2.29	2.16	2.09	2.20
COC114	2.14	2.05	1.97	2.14	2.07
COC117	2.18	2.15	1.99	2.19	2.13
COC132	2.17	2.17	2.14	2.17	2.17
COC141	1.98	2.28	2.15	2.17	2.14
COC145	2.14	2.21	2.06	2.08	2.12
COC165	2.12	2.14	2.12	2.08	2.12
COC167	2.22	2.19	2.15	2.18	2.19
COC183	1.91	2.19	2.23	2.17	2.12
COC199	2.35	2.35	2.18	2.19	2.27
COC244	2.18	1.98	2.20	2.24	2.15
COC260	2.26	2.05	1.97	1.96	2.06
COC296	2.23	1.93	2.24	2.18	2.14
COC305	2.25	2.17	2.16	2.13	2.18
COC401	2.28	2.15	2.29	2.24	2.24
COC424	2.14	2.06	2.27	2.07	2.14
COC465	2.03	2.12	2.30	2.01	2.12
				<b>Promedio</b>	2.16
				<b>Máximo</b>	2.32
				<b>Mínimo</b>	2.05
				<b>Desviación estándar</b>	0.062

**Gráfico 8:**

*Diámetro de grano (mm)*



### 6.1.9. Espesor de grano

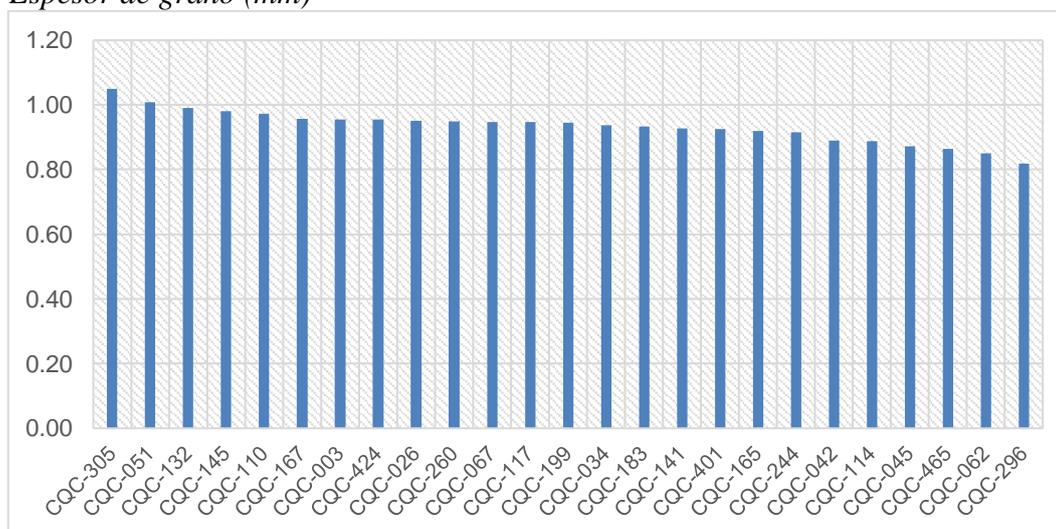
**Tabla 10:**

Espesor de grano promedio de diez plantas por parcela en mm.

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	0.98	0.90	0.93	1.01	0.96
COC-026	1.01	0.93	0.98	0.88	0.95
COC-034	0.97	0.83	0.88	1.07	0.94
COC-042	0.92	0.87	0.89	0.88	0.89
COC-045	0.90	0.91	0.83	0.85	0.87
COC-051	1.08	1.04	0.90	1.01	1.01
COC-062	0.86	0.91	0.83	0.80	0.85
COC-067	0.85	1.03	1.00	0.91	0.95
COC-110	1.09	0.87	0.98	0.95	0.97
COC-114	0.93	0.81	0.88	0.93	0.89
COC-117	0.98	0.96	0.91	0.94	0.95
COC-132	0.99	1.05	0.93	0.99	0.99
COC-141	0.91	0.92	0.99	0.89	0.93
COC-145	0.96	0.96	1.01	0.99	0.98
COC-165	0.97	0.99	0.93	0.79	0.92
COC-167	0.84	1.08	0.93	0.98	0.96
COC-183	0.85	1.08	0.87	0.93	0.93
COC-199	0.89	0.89	1.05	0.95	0.95
COC-244	0.97	0.81	0.97	0.91	0.92
COC-260	0.87	1.01	1.00	0.92	0.95
COC-296	0.87	0.77	0.81	0.82	0.82
COC-305	1.93	0.65	0.80	0.82	1.05
COC-401	1.01	0.93	0.92	0.84	0.93
COC-424	0.97	0.96	0.91	0.98	0.96
COC-465	0.82	0.92	0.85	0.87	0.87
<b>Promedio</b>					0.93
<b>Máximo</b>					1.05
<b>Mínimo</b>					0.82
<b>Desviación estándar</b>					0.051

**Gráfico 9:**

*Espesor de grano (mm)*



### 6.1.10. Peso de granos por hectárea

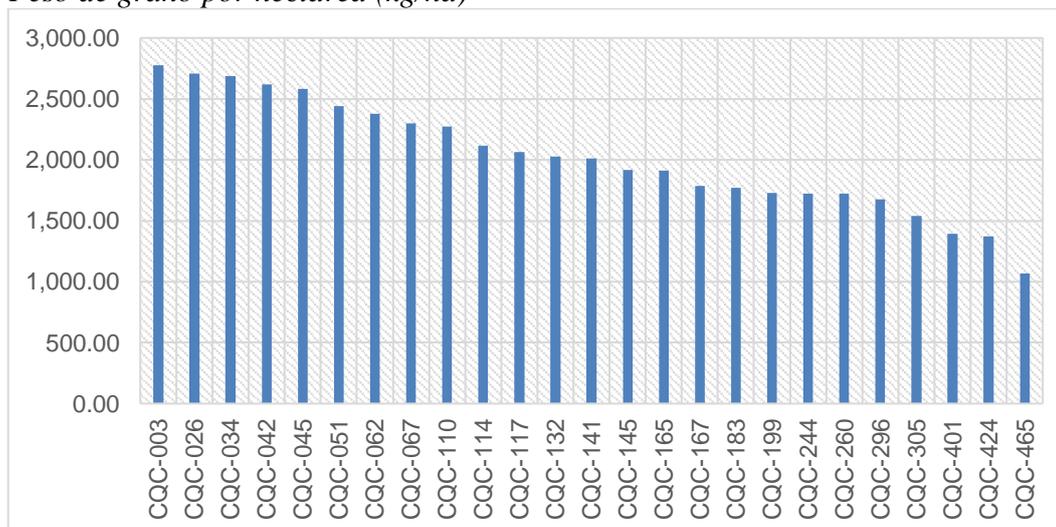
**Tabla 11:**

*Peso de granos transformado en kg/ha*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	1.437.50	2.660.00	1.222.50	845.00	1.541.25
COC-026	2.257.50	2.452.50	2.217.50	2.160.00	2.271.88
COC-034	2.497.50	4.255.00	3.635.00	445.00	2.708.13
COC-042	1.910.00	1.235.00	2.830.00	947.50	1.730.63
COC-045	1.830.00	2.180.00	4.597.50	2.130.00	2.684.38
COC-051	3.615.00	782.50	2.557.50	1.295.00	2.062.50
COC-062	1.385.00	2.400.00	775.00	922.50	1.370.63
COC-067	2.307.50	2.147.50	1.167.50	2.052.50	1.918.75
COC-110	1.395.00	2.330.00	1.615.00	1.365.00	1.676.25
COC-114	2.240.00	2.437.50	2.820.00	2.977.50	2.618.75
COC-117	3.262.50	2.297.50	1.037.50	2.592.50	2.297.50
COC-132	3.322.50	2.097.50	3.747.50	1.162.50	2.582.50
COC-141	2.470.00	2.247.50	1.142.50	2.607.50	2.116.88
COC-145	2.985.00	2.830.00	2.012.50	1.682.50	2.377.50
COC-165	1.812.50	2.185.00	1.182.50	1.910.00	1.772.50
COC-167	1.895.00	2.242.50	2.147.50	1.815.00	2.025.00
COC-183	2.017.50	1.682.50	1.730.00	1.467.50	1.724.38
COC-199	4.727.50	1.810.00	2.272.50	2.302.50	2.778.13
COC-244	1.735.00	1.667.50	1.017.50	1.142.50	1.390.63
COC-260	2.767.50	2.212.50	2.112.50	2.667.50	2.440.00
COC-296	2.232.50	2.865.00	2.027.50	912.50	2.009.38
COC-305	2.292.50	1.477.50	1.880.00	1.992.50	1.910.63
COC-401	2.437.50	1.635.00	1.185.00	1.895.00	1.788.13
COC-424	2.080.00	1.885.00	1.815.00	1.115.00	1.723.75
COC-465	1.142.50	930.00	1.160.00	1.037.50	1.067.50
<b>Promedio</b>					2.023.50
<b>Máximo</b>					2.778.13
<b>Mínimo</b>					1.067.50
<b>Desviación estándar</b>					460.471

**Gráfico 10:**

*Peso de grano por hectárea (kg/ha)*



### 6.1.11. Peso de granos por planta

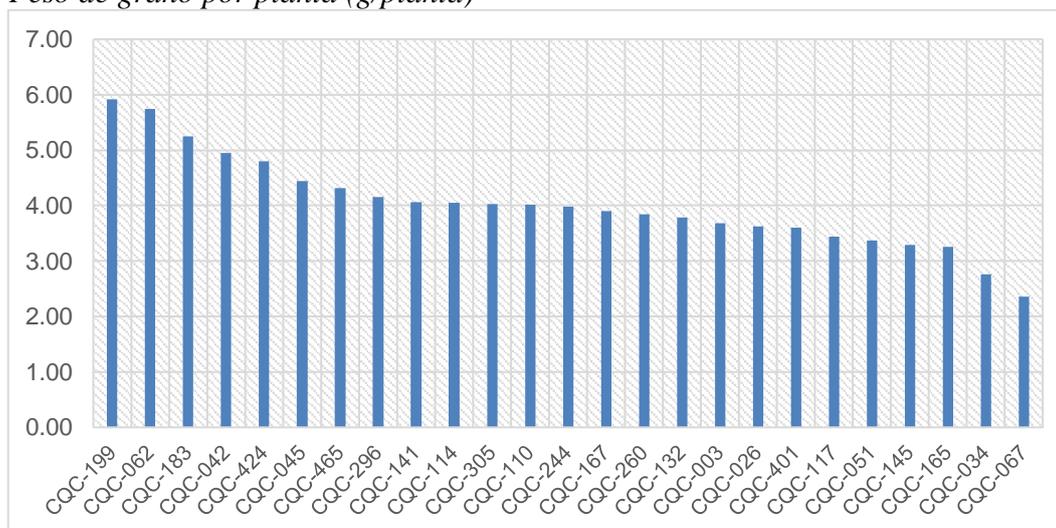
**Tabla 12:**

*Peso de granos por planta (g/planta)*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	42.20	31.50	24.20	49.20	36.78
COC-026	50.90	38.40	28.90	26.70	36.23
COC-034	35.20	22.70	24.10	28.30	27.58
COC-042	65.30	50.30	33.70	48.70	49.50
COC-045	57.80	48.30	21.40	50.20	44.43
COC-051	31.90	41.90	29.60	31.50	33.73
COC-062	80.80	50.00	44.40	54.60	57.45
COC-067	25.10	26.00	22.70	20.60	23.60
COC-110	56.00	51.00	30.70	23.00	40.18
COC-114	49.60	40.20	45.70	26.60	40.53
COC-117	32.00	29.70	44.20	31.50	34.35
COC-132	52.10	39.00	35.00	25.30	37.85
COC-141	48.00	48.30	37.30	28.90	40.63
COC-145	29.60	33.10	31.60	37.30	32.90
COC-165	22.30	38.30	40.70	29.10	32.60
COC-167	55.10	27.50	37.50	36.00	39.03
COC-183	62.60	64.10	37.70	45.50	52.48
COC-199	62.00	60.60	57.00	56.90	59.13
COC-244	40.40	45.30	39.10	34.60	39.85
COC-260	46.90	29.40	38.00	39.60	38.48
COC-296	47.10	33.00	34.70	51.40	41.55
COC-305	56.60	31.40	28.00	45.00	40.25
COC-401	40.60	42.00	35.70	26.00	36.08
COC-424	70.90	43.70	33.60	43.70	47.98
COC-465	37.70	60.10	39.80	35.00	43.15
<b>Promedio</b>					40.25
<b>Máximo</b>					59.13
<b>Mínimo</b>					23.60
<b>Desviación estándar</b>					8.313

**Gráfico 11:**

*Peso de grano por planta (g/planta)*



### 6.1.12. Contenido de saponina

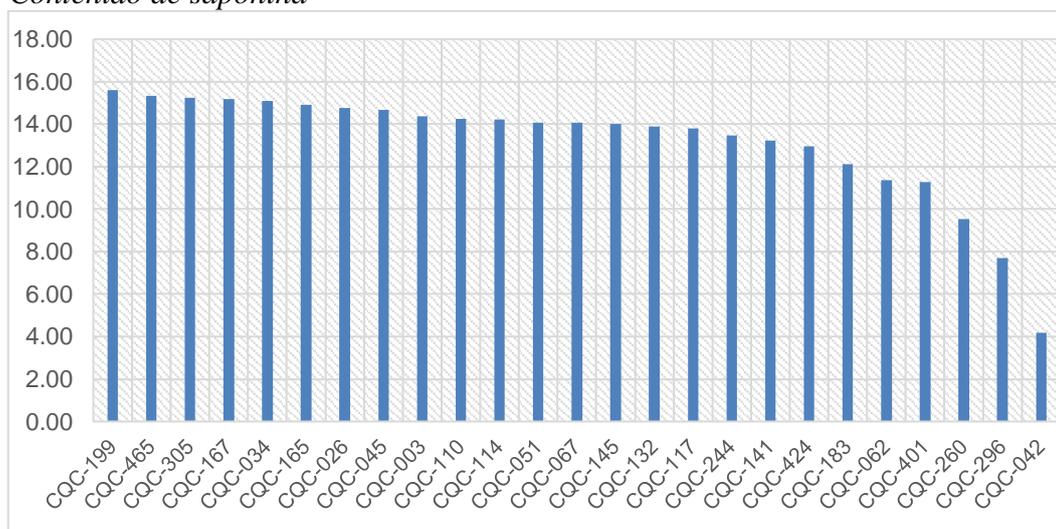
**Tabla 13:**

*Contenido de saponina en ml de espuma formada*

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
COC-003	14.88	15.33	12.13	15.20	14.38
COC-026	15.70	12.20	16.70	14.40	14.75
COC-034	18.20	15.30	12.28	14.55	15.08
COC-042	6.33	5.75	3.35	1.25	4.17
COC-045	17.55	11.18	14.40	15.55	14.67
COC-051	13.65	14.15	14.43	14.10	14.08
COC-062	13.18	8.73	10.07	13.55	11.38
COC-067	14.80	15.90	13.65	11.95	14.08
COC-110	13.50	14.95	14.85	13.70	14.25
COC-114	11.70	11.90	18.95	14.35	14.23
COC-117	14.20	14.10	12.75	14.20	13.81
COC-132	14.23	12.95	13.90	14.55	13.91
COC-141	15.20	11.80	11.30	14.60	13.23
COC-145	14.55	11.10	16.20	14.15	14.00
COC-165	13.25	16.85	15.65	13.90	14.91
COC-167	12.85	16.50	15.60	15.75	15.18
COC-183	11.45	11.20	16.30	9.55	12.13
COC-199	11.15	18.40	17.43	15.45	15.61
COC-244	14.15	12.20	15.20	12.30	13.46
COC-260	5.60	9.65	9.30	13.60	9.54
COC-296	12.65	5.95	4.45	7.75	7.70
COC-305	17.60	14.85	15.30	13.25	15.25
COC-401	10.85	12.70	11.18	10.40	11.28
COC-424	16.45	13.20	10.45	11.80	12.98
COC-465	16.10	15.45	16.85	12.90	15.33
				<b>Promedio</b>	13.17
				<b>Máximo</b>	15.61
				<b>Mínimo</b>	4.17
				<b>Desviación estándar</b>	2.658

**Gráfico 12:**

*Contenido de saponina*



## 6.2. Variables cualitativas

### 6.2.1. Densidad de siembra, tipo y hábito de crecimiento

**Tabla 14:**

*Densidad de siembra, tipo y hábito de crecimiento*

Accesiones	Densidad de siembra	Tipo de crecimiento	Hábito de crecimiento
CQC-003	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-026	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-034	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-042	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-045	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-051	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-062	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-067	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-110	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-114	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-117	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-132	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-141	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-145	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-165	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-167	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-183	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-199	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-244	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-260	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-296	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
CQC-305	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-401	Intermedia	Herbáceo	Simple
CQC-424	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el segundo tercio
CQC-465	Intermedia	Herbáceo	Ramificado hasta el tercio inferior
%	Intermedia: 100%	Herbáceo: 100%	Simple: 48%
			Ramificado hasta el tercio inferior: 48%
			Ramificado hasta el segundo tercio: 2%

**6.2.2. Forma y color de tallo principal, presencia de axilas pigmentadas, presencia de estrías y color de estrías**

**Tabla 15:**

*Forma y color de tallo principal, presencia de axilas pigmentadas, presencia de estrías y color de estrías*

Accesiones	Forma de tallo	Color de tallo principal	Presencia de axilas pigmentadas	Presencia de estrías	Color de estrías
CQC-003	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-026	Cilíndrico	Amarillo	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-034	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Purpura
CQC-042	Anguloso	Amarillo	Ausente	Ausente	ausente
CQC-045	Anguloso	Verde	Ausente	presentes	Amarillo
CQC-051	cilíndrico	Verde	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-062	Cilíndrico	Amarillo	Presentes	Ausente	ausente
CQC-067	Anguloso	Verde	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-110	Cilíndrico	Amarillo	Ausente	Presentes	Purpura
CQC-114	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Purpura
CQC-117	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-132	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Purpura
CQC-141	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-145	Cilíndrico	Amarillo	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-165	Anguloso	Rosado	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-167	Cilíndrico	Rosado	Ausente	Ausente	ausente
CQC-183	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Amarillo
CQC-199	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Amarillo
CQC-244	Anguloso	Verde	Ausente	Presentes	Purpura
CQC-260	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Purpura
CQC-296	Anguloso	purpura	Ausente	Ausente	ausente
CQC-305	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Amarillo
CQC-401	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Rosado
CQC-424	Anguloso	Verde	Ausente	Presentes	Amarillo
CQC-465	Anguloso	Amarillo	Ausente	Presentes	Purpura
%	Anguloso:76% Cilindrico:24%	Amarillo:68% Verde: 20% Rosado: 8% Purpura: 4%	Ausente:96% Presente:4%	Ausente:16% Presente:84%	Amarillo:20% Ausente.16% Rosado:36% Púrpura: 28%

### 6.2.3. Presencia y posición de ramas

**Tabla 16:**

*Presencia y posición de ramas*

Accesiones	Presencia de ramificación	Posición de las ramas primarias	Número de Primarias
CQC-003	Ausente	Ausente	0
CQC-026	Ausente	Ausente	0
CQC-034	Ausente	Ausente	0
CQC-042	Ausente	Salen oblicuamente del tallo principal	8
CQC-045	Presente	Salen oblicuamente del tallo principal	13
CQC-051	Presente	Salen oblicuamente del tallo principal	13
CQC-062	Presente	Salen de la base con una cierta curvatura	11
CQC-067	Ausente	Ausente	0
CQC-110	Ausente	Ausente	0
CQC-114	Presente	Salen oblicuamente del tallo principal	0
CQC-117	Ausente	Ausente	0
CQC-132	Ausente	Ausente	0
CQC-141	Ausente	Ausente	0
CQC-145	Ausente	Ausente	0
CQC-165	presente	salen oblicuamente del tallo principal	7
CQC-167	presente	Salen oblicuamente del tallo principal	7
CQC-183	Ausente	Ausente	0
CQC-199	Presente	Salen de la base con una cierta curvatura	9
CQC-244	Presente	Salen de la base con una cierta curvatura	11
CQC-260	Presente	Salen oblicuamente del tallo principal	11
CQC-296	Presente	Salen de la base con una cierta curvatura	16
CQC-305	Ausente	Ausente	0
CQC-401	Ausente	Ausente	0
CQC-424	Presente	Salen oblicuamente del tallo principal	15
CQC-465	Presente	Salen oblicuamente del tallo principal	14
%	Ausente:52% Presente:48%	Salen oblicuamente del tallo principal: Ausente: Salen de la base con una cierta curvatura:	36% 48% 16%

#### 6.2.4. Forma y margen de hoja, color de peciolo, color de lámina foliar y color de gránulos en la Hoja

**Tabla 17:**

*Forma y margen de hoja, color de peciolo, color de lámina foliar y color de gránulos en la Hoja*

Accesiones	Forma de hoja	Margen de la hoja	Color del peciolo	Color de lámina foliar	Color de gránulos
CQC-003	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-026	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-034	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-042	Romboidal	Dentada	Púrpura	Verde	Blanco
CQC-045	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-051	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-062	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-067	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-110	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-114	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-117	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-132	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-141	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-145	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-165	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-167	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-183	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-199	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-244	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-260	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-296	Romboidal	Dentada	Púrpura	Verde/purpura	Blanco
CQC-305	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-401	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
CQC-424	Romboidal	Dentada	Púrpura	Verde	Blanco
CQC-465	Romboidal	Dentada	Verde	Verde	Blanco
%  	<i>Romboidal:100%</i>	<i>Dentada:100%</i>	<i>Verde:</i> <i>88%</i>	<i>Verde:</i> <i>95%</i>	<i>Blanco:</i> <i>100%</i>
			<i>Verde/purpura:</i> <i>12%</i>	<i>Verde/purpura:</i> <i>5%</i>	

### 6.2.5. Color de panoja a floración, color de panoja a madurez fisiológica, forma de panoja y densidad de panoja

**Tabla 18:**

*Color de panoja a floración, color de panoja a madurez fisiológica, forma de panoja y densidad de panoja*

Accesión	Color de panoja a floración	Color de panoja a madurez fisiológica	Forma de panoja	Densidad de panoja
<b>CQC-003</b>	Verde	Amarillo	Amarantiforme	Compacta
<b>CQC-026</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-034</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Amarantiforme	Compacta
<b>CQC-042</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Amarantiforme	Compacta
<b>CQC-045</b>	Verde	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-051</b>	Verde	Anaranjado	Glomerulada	Laxa
<b>CQC-062</b>	Verde rojo	Amarillo	Glomerulada	Laxa
<b>CQC-067</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Intermedia	Compacta
<b>CQC-110</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-114</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-117</b>	Verde	Anaranjado	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-132</b>	Verde	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-141</b>	Verde púrpura	Amarillo	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-145</b>	Verde	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-165</b>	Verde	Anaranjado	Amarantiforme	Compacta
<b>CQC-167</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-183</b>	Verde	Amarillo	Glomerulada	Laxa
<b>CQC-199</b>	Verde	Amarillo	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-244</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-260</b>	Verde púrpura	Amarillo	Glomerulada	Laxa
<b>CQC-296</b>	Verde púrpura	Púrpura	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-305</b>	Verde	Anaranjado	Intermedia	Intermedia
<b>CQC-401</b>	Verde	Amarillo	Glomerulada	Laxa
<b>CQC-424</b>	Verde	Amarillo	Amarantiforme	Intermedia
<b>CQC-465</b>	Verde púrpura	Anaranjado	Intermedia	Intermedia
%	Verde: 48%	Anaranjado:64%	Amarantiforme:44%	Compacta:20%
	Verde rojo:4%	Amarillo:32%	Glomerulada:20%	Intermedia:60%
	Verde púrpura:48%	Púrpura:4%	Intermedia:36%	Laxa:20%

### 6.2.6. Color de perigonio, intensidad de color, color de pericarpio, episperma y perisperma y forma del fruto

**Tabla 19:**

*Color de perigonio, intensidad de color, color de pericarpio, episperma y perisperma y forma del fruto*

Accesiones	Color de perigonio	Intensidad	pericarpio	Color del Episperma	Color del Perisperma	Forma del fruto
<b>CQC-003</b>	Amarillo grisáceo	C	Blanco	Blanco	Translucid	Lenticular
<b>CQC-026</b>	Amarillo grisáceo	B	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-034</b>	Amarillo grisáceo	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-042</b>	Amarillo blanco	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-045</b>	Naranja grisáceo	B	Amarillo	Blanco	Translucid	Lenticular
<b>CQC-051</b>	Amarillo grisáceo	B	Amarillo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-062</b>	Amarillo grisáceo	D	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-067</b>	Amarillo grisáceo	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-110</b>	Amarillo grisáceo	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-114</b>	Amarillo grisáceo	D	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-117</b>	Amarillo grisáceo	B	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-132</b>	Amarillo grisáceo	B	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-141</b>	Naranja grisáceo	C	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-145</b>	Amarillo grisáceo	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-165</b>	Naranja grisáceo	B	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-167</b>	Amarillo grisáceo	A	Amarillo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-183</b>	Amarillo grisáceo	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-199</b>	Amarillo grisáceo	B	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-244</b>	Amarillo grisáceo	A	Amarillo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-260</b>	Marrón grisáceo	D	Amarillo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-296</b>	Purpura grisáceo	D	Rojo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-305</b>	Naranja grisáceo	B	Amarillo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-401</b>	Naranja grisáceo	A	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-424</b>	Naranja grisáceo	C	Blanco	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>CQC-465</b>	Amarillo grisáceo	B	Amarillo	Blanco	Opaco	Lenticular
<b>%</b>	Amarillo grisáceo: 68%	A:36%	Amarillo: 28%	Blanco: 100%	Opaco: 92%	Lenticular: 100%
	Naranja grisáceo:24%	B:36%	Blanco: 68%		Translucido o hialino:8%	
	Marrón	C:12%	Rojo:4%			
	Purpura	D:16				

### 6.3. Evaluación fenológica

**Tabla 20:**

*Evaluación fenológica*

N°	Accesión		2 hojas verdaderas	Ramificación	Panojado	Floración	Grano pastoso	Madurez fisiológica
1	CQC-003	Días	12	39	115	157	190	215
		Temp. Max. (°C)	21.60	21.50	22.00	20.80	21.80	21.80
		Temp. Min. (°C)	8.00	7.20	6.20	6.50	3.80	2.00
		Humedad relativa (%)	76.00	71.90	74.10	71.50	74.30	80.10
		Precipitación (mm)	12.60	0.00	7.20	0.00	0.00	0.00
2	CQC-026	Días	11	40	107	149	182	206
		Temp. Max. (°C)	20.50	24.6	20.20	21.20	21.40	18.50
		Temp. Min. (°C)	7.40	7	4.40	8.50	8.00	7.00
		Humedad relativa (%)	81.60	58.2	81.40	75.70	76.40	82.70
		Precipitación (mm)	4.20	2.4	1.90	0.00	0.00	0.00
3	CQC-034	Días	11	43	103	145	178	204
		Temp. Max. (°C)	20.50	23.50	20.40	21.20	23.20	22.70
		Temp. Min. (°C)	7.40	6.50	10.10	5.00	5.80	4.70
		Humedad relativa (%)	81.60	69.80	72.40	74.00	74.20	73.60
		Precipitación (mm)	4.20	9.50	1.30	17.50	0.00	0.00
4	CQC-042	Días	10	41	104	144	178	204
		Temp. Max. (°C)	20.00	20.50	20.60	21.50	23.20	22.70
		Temp. Min. (°C)	6.20	10.80	8.60	4.40	5.80	4.70
		Humedad relativa (%)	75.70	74.50	74.10	77.80	74.20	73.60
		Precipitación (mm)	20.00	0.60	0.30	10.00	0.00	0.00
5	CQC-045	Días	15	48	129	163	196	228
		Temp. Max. (°C)	21.20	23.10	19.20	17.00	19.80	20.20
		Temp. Min. (°C)	6.30	7.50	7.50	9.00	5.00	-1.50
		Humedad relativa (%)	71.60	73.60	82.10	79.70	76.70	63.20
		Precipitación (mm)	8.40	6.90	0.00	0.20	0.00	0.00
6	CQC-051	Días	11	45	103	143	175	203
		Temp. Max. (°C)	20.50	21.80	20.40	22.00	21.80	18.60
		Temp. Min. (°C)	7.40	10.80	10.10	9.40	9.50	4.50
		Humedad relativa (%)	81.60	63.00	72.40	77.00	77.40	82.80
		Precipitación (mm)	4.20	0.60	1.30	1.30	0.90	0.00

Continua.....

		.....vienen						
7	CQC-062		12	43	109	146	179	208
		Temp. Max. (°C)	21.60	23.50	21.30	20.00	22.00	17.00
		Temp. Min. (°C)	8.00	6.50	9.80	8.80	6.50	5.00
		Humedad relativa (%)	76.00	69.80	74.30	83.40	78.60	76.60
		Precipitación (mm)	12.60	9.50	0.70	12.00	0.00	0.00
8	CQC-067		13	42	112	150	183	212
		Temp. Max. (°C)	23.00	23.50	19.20	22.20	22.60	21.50
		Temp. Min. (°C)	6.60	7.10	7.20	7.80	2.10	3.50
		Humedad relativa (%)	65.10	65.50	74.80	75.70	78.50	75.70
		Precipitación (mm)	0.00	13.50	0.00	0.00	0.00	10.90
9	CQC-110		12	45	107	145	177	206
		Temp. Max. (°C)	21.60	21.80	20.20	21.20	21.20	18.50
		Temp. Min. (°C)	8.00	10.80	4.40	5.00	6.10	7.00
		Humedad relativa (%)	76.00	63.00	81.40	74.00	79.70	82.70
		Precipitación (mm)	12.60	0.60	1.90	17.50	0.00	0.00
10	CQC-114		12	43	106	143	176	206
		Temp. Max. (°C)	21.60	23.50	18.20	22.00	17.20	18.50
		Temp. Min. (°C)	8.00	6.50	7.20	9.40	6.00	7.00
		Humedad relativa (%)	76.00	69.80	75.50	77.00	81.40	82.70
		Precipitación (mm)	12.60	9.50	0.20	1.30	0.00	0.00
11	CQC-117		13	45	106	143	176	205
		Temp. Max. (°C)	23.00	21.80	18.20	22.00	17.20	20.80
		Temp. Min. (°C)	6.60	10.80	7.20	9.40	6.00	5.20
		Humedad relativa (%)	65.10	63.00	75.50	77.00	81.40	77.70
		Precipitación (mm)	0.00	0.60	0.20	1.30	0.00	0.00
12	CQC-132		12	44	105	145	177	205
		Temp. Max. (°C)	21.60	24.00	20.00	21.20	21.20	20.80
		Temp. Min. (°C)	8.00	7.40	8.50	5.00	6.10	5.20
		Humedad relativa (%)	76.00	61.50	78.10	74.00	79.70	77.70
		Precipitación (mm)	12.60	0.50	11.70	17.50	0.00	0.00
13	CQC-141		12	46	83	122	154	182
		Temp. Max. (°C)	21.60	20.00	20.00	21.80	21.70	21.40
		Temp. Min. (°C)	8.00	7.50	6.80	9.00	7.60	8.00
		Humedad relativa (%)	76.00	73.10	66.30	76.50	76.20	76.40
		Precipitación (mm)	12.60	3.70	3.80	0.00	0.00	0.00
								Continúa.....

		.....vienen						
14	CQC-145		10	44	79	118	150	179
		Temp. Max. (°C)	20.00	24.00	21.50	18.00	22.20	22.00
		Temp. Min. (°C)	6.20	7.40	6.50	8.60	7.80	6.50
		Humedad relativa (%)	75.70	61.50	71.70	86.70	75.70	78.60
		Precipitación (mm)	20.00	0.50	14.40	7.00	0.00	0.00
15	CQC-165		11	43	82	121	153	183
		Temp. Max. (°C)	20.50	23.50	20.80	17.80	20.20	22.60
		Temp. Min. (°C)	7.40	6.50	7.00	8.50	7.30	2.10
		Humedad relativa (%)	81.60	69.80	73.10	81.60	78.80	78.50
		Precipitación (mm)	4.20	9.50	23.00	1.20	3.30	0.00
16	CQC-167		11	39	69	107	139	168
		Temp. Max. (°C)	20.50	21.50	24.40	20.20	17.40	21.40
		Temp. Min. (°C)	7.40	7.20	2.50	4.40	10.60	8.20
		Humedad relativa (%)	81.60	71.90	53.90	81.40	87.40	80.60
		Precipitación (mm)	4.20	0.00	0.00	1.90	3.00	9.20
17	CQC-183		10	44	82	117	150	182
		Temp. Max. (°C)	20.00	24.00	20.80	22.20	22.20	21.40
		Temp. Min. (°C)	6.20	7.40	7.00	8.80	7.80	8.00
		Humedad relativa (%)	75.70	61.50	73.10	74.40	75.70	76.40
		Precipitación (mm)	20.00	0.50	23.00	3.40	0.00	0.00
18	CQC-199		12	45	79	117	150	180
		Temp. Max. (°C)	21.60	21.80	21.50	22.20	22.20	17.60
		Temp. Min. (°C)	8.00	10.80	6.50	8.80	7.80	8.50
		Humedad relativa (%)	76.00	63.00	71.70	74.40	75.70	89.60
		Precipitación (mm)	12.60	0.60	14.40	3.40	0.00	14.80
19	CQC-244		12	45	83	119	153	182
		Temp. Max. (°C)	21.60	21.80	20.00	19.80	20.20	21.40
		Temp. Min. (°C)	8.00	10.80	6.80	7.40	7.30	8.00
		Humedad relativa (%)	76.00	63.00	66.30	83.00	78.80	76.40
		Precipitación (mm)	12.60	0.60	3.80	2.40	3.30	0.00
20	CQC-260		10	32	51	93	124	150
		Temp. Max. (°C)	20.00	26.20	20.60	20.20	18.20	22.20
		Temp. Min. (°C)	6.20	5.00	8.70	8.20	8.70	7.80
		Humedad relativa (%)	75.70	71.40	68.20	71.80	82.00	75.70
		Precipitación (mm)	20.00	1.10	0.00	0.00	0.10	0.00

Continua.....

		.....vienen						
21	CQC-296		13	45	93	130	164	192
		Temp. Max. (°C)	23.00	21.80	20.20	20.50	19.00	23.40
		Temp. Min. (°C)	6.60	10.80	8.20	9.10	7.00	2.00
		Humedad relativa (%)	65.10	63.00	71.80	68.90	82.50	73.50
		Precipitación (mm)	0.00	0.60	0.00	9.60	3.20	0.00
22	CQC-305		15	43	110	102	182	210
		Temp. Max. (°C)	21.20	23.50	21.80	20.10	21.40	23.40
		Temp. Min. (°C)	6.30	6.50	8.80	9.00	8.00	2.30
		Humedad relativa (%)	71.60	69.80	65.30	77.40	76.40	73.50
		Precipitación (mm)	8.40	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00
23	CQC-401		12	40	76	114	147	176
		Temp. Max. (°C)	21.60	24.6	18.80	20.60	18.00	17.20
		Temp. Min. (°C)	8.00	7	7.00	8.50	8.50	6.00
		Humedad relativa (%)	76.00	58.2	80.70	76.70	76.70	81.40
		Precipitación (mm)	12.60	2.4	17.20	0.00	0.00	0.00
24	CQC-424		12	39	81	108	150	179
		Temp. Max. (°C)	21.60	21.50	21.50	18.20	22.20	22.00
		Temp. Min. (°C)	8.00	7.20	6.20	6.60	7.80	6.50
		Humedad relativa (%)	76.00	71.90	75.50	77.80	75.70	78.60
		Precipitación (mm)	12.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
25	CQC-465		13	35	66	100	132	166
		Temp. Max. (°C)	23.00	21.50	23.20	18.00	19.20	21.20
		Temp. Min. (°C)	6.60	8.00	7.00	7.00	8.50	6.40
		Humedad relativa (%)	65.10	S/D	53.80	80.00	80.10	83.70
		Precipitación (mm)	0.00	0.00	0.00	6.00	0.70	0.00
Promedio			12	42	94	130	165	193
Máximo			15	48	129	163	196	228
Mínimo			10	32	51	93	124	150
Desviación estándar			1.33	3.57	18.49	19.66	19.07	18.53

## **VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **7.1. Variables cuantitativas**

#### **7.1.1. Altura de planta**

La altura de planta promedio fue de 1.51 m, siendo el valor máximo de 1.94 m y corresponde a la accesión CQC-296 y el valor mínimo de 0.87 m de altura que correspondió a la accesión CQC-465, con una desviación estándar de 0.205. Tabla 2.

#### **7.1.2. Diámetro de tallo**

El diámetro de tallo promedio fue de 1.48 cm, la accesión CQC-045 presenta el diámetro mayor de tallo con 1.63 cm y la accesión CQC-067 presenta el diámetro de tallo más bajo con 1.25 cm. La desviación estándar es de 0.106. Tabla 3.

#### **7.1.3. Longitud de peciolo**

La longitud de peciolo promedio fue de 5.9 cm, la accesión CQC-117 presenta la longitud de peciolo más elevado con 6.42 cm y la accesión CQC-062 muestra la menor longitud de peciolo con 5.27 cm. Tabla 4.

#### **7.1.4. Longitud máxima de hoja**

La longitud máxima de hoja promedio fue de 8.87 cm, la accesión CQC-296 presenta el registro más elevado con 10.07 cm de longitud de hoja y la accesión CQC-003 muestra la longitud máxima de hoja de menor valor con 7.83 cm. Tabla 5.

#### **7.1.5. Ancho máximo de hoja**

El ancho máximo de hoja promedio fue de 7.20 cm, el valor máximo fue de 8.23 cm y correspondió a la accesión CQC-062, el valor mínimo fue de 5.86 cm de ancho máximo de hoja y correspondió a la accesión CQC-003. Tabla 6.

#### **7.1.6. Longitud de panoja**

El promedio de longitud de panoja fue de 52.53 cm, la accesión CQC-062 presentó la longitud de panoja más elevada con 64.55 cm y la accesión CQC-465 registró el mínimo valor con 37.4 cm de longitud de panoja. Tabla 7.

#### **7.1.7. Diámetro de panoja**

El diámetro de panoja promedio fue de 7.26 cm, siendo el valor máximo registrado para este indicador 9.26 cm y corresponde a la accesión CQC-296 y el valor mínimo registrado fue de 5.42 cm y corresponde a la accesión CQC-034. Tabla 8.

### **7.1.8. Diámetro de grano**

El promedio general de diámetro de grano fue de 2.16 mm, la accesión CQC051 presenta el valor máximo con 2.32 mm y la accesión CQC062 presenta el valor mínimo con 2.05 mm de diámetro de grano. Tabla 9.

### **7.1.9. Espesor de grano**

El espesor de grano promedio para todas las accesiones fue de 0.93 mm, el valor máximo fue de 1.05 mm y corresponde a la accesión CQC-305, el valor mínimo fue de 0.82 mm y corresponde a la accesión CQC-296. Tabla 10.

### **7.1.10. Peso de grano por hectárea**

El rendimiento promedio fue 2,023.50 kg/ha de grano, el rendimiento más elevado fue 2,778.13 kg/ha y corresponde a la accesión CQC-199; mientras que, el menor rendimiento fue 1,067.50 kg/ha corresponde a la accesión CQC-465. Tabla 11.

### **7.1.11. Peso de grano por planta**

El peso de grano por planta promedio fue de 40.25 g, el valor máximo fue de 59.13 g y corresponde a la accesión CQC-199, mientras que, el valor mínimo de 23.6 g corresponde a la accesión CQC-067. Tabla 12.

### **7.1.12. Contenido de saponina**

El volumen de espuma producido fue de 13.17 ml, el valor máximo fue de 15.61 ml y corresponde a la accesión CQC-199 y el valor mínimo determinado es de 4.17 ml y corresponde a la accesión CQC-042. Tabla 13.

## **7.2. Variables cualitativas**

### **7.2.1. Densidad de siembra**

El 100% de las accesiones evaluadas en la presente investigación mostraron densidad de siembra intermedia. Tabla 14.

### **7.2.2. Tipo de crecimiento**

Todas las accesiones evaluadas (100%) presentaron crecimiento herbáceo. Tabla 14.

### **7.2.3. hábito de crecimiento**

El 48% de las accesiones evaluadas en la presente investigación presentaron hábito de crecimiento simple, el 48% de accesiones mostraron hábito de crecimiento ramificado hasta el tercio inferior, solamente el 2% de las accesiones presentaron hábito de crecimiento ramificado hasta el segundo tercio. Tabla 14.

#### **7.2.4. Forma de tallo**

La forma de tallo dominante en las acciones evaluadas fue el anguloso con 76% de frecuencia, mientras que, la forma cilindra mostró una frecuencia de 24%. Tabla 15.

#### **7.2.5. Color del tallo principal**

El color de tallo principal dominante en el germoplasma evaluado fue amarillo con 68% de frecuencia, el color verde fue menos frecuente con 20% de frecuencia, el rosado y purpura también estuvieron presentes, pero con frecuencias menores, 8 y 4% respectivamente. Tabla 15.

#### **7.2.6. Presencia de axilas pigmentadas**

En el germoplasma evaluado no fue frecuente las axilas pigmentadas puesto que, la ausencia de pigmentación de axilas presentó alta frecuencia con 96%. Tabla 15.

#### **7.2.7. Presencia de estrías**

La presencia de estrías mostró alta frecuencia con el 84%, frente a la ausencia de estrías con el 16% de frecuencia. Tabla 15.

#### **7.2.8. Color de estrías**

El color de estrías fue variado, el 36% de las accesiones mostraron color rosado, el 28% color púrpura, amarillo el 20% y sin color el 16%. Tabla 15.

#### **7.2.9. Presencia de ramificación**

El 52% de las accesiones evaluadas en la presente investigación no presentaron ramificación, mientras que el resto si presentó ramificación. Tabla 16.

#### **7.2.10. Posición de las ramas primarias**

El 69% de las accesiones que mostraron ramificación, presentaron ramas que salen oblicuamente del tallo principal y el 31% mostraron ramas que salen de la base con una cierta curvatura. Tabla 16.

#### **7.2.11. Número de ramas primarias**

La accesión CQC-296 presentó el mayor número de ramas primarias con un valor de 16 ramas, mientras que, las accesiones CQC-165 y CQC-167 presentaron el menor número de ramas primarias. Tabla 16.

#### **7.2.12. Forma de hoja**

El 100% de las accesiones evaluadas en la presente investigación presentaron forma de hoja romboidal. Tabla 17.

#### **7.2.13. Margen de la hoja**

Todas las accesiones evaluadas presentaron margen de hoja dentada. Tabla 17.

#### **7.2.14. Color del peciolo**

El 88% de accesiones presentaron peciolo de color verde, mientras que, solamente el 12% presentó coloración verde/púrpura. Tabla 17.

#### **7.2.15. Color de lámina foliar**

El color verde de lámina foliar dominó en el germoplasma evaluado con una frecuencia del 95%, frente a la lámina foliar de color verde/púrpura con 5%. Tabla 17.

#### **7.2.16. Color de gránulos**

Todas las accesiones evaluadas en la presente investigación presentaron los gránulos de color blanco. Tabla 17.

#### **7.2.17. Color de panoja a floración**

El 48% de accesiones mostraron color verde de panoja a la floración, 48% de accesiones presentaron color verde/púrpura y solamente el 4% presentaron panojas de color verde/rojo a la floración. Tabla 18.

#### **7.2.18. Color de panoja a madurez fisiológica**

El color de panoja a madurez fisiológica dominante en las accesiones evaluadas fue el anaranjado con 64% de frecuencia, mientras que, el amarillo mostró una frecuencia de 32%, el de menor frecuencia fue el color púrpura con 4%. Tabla 18.

#### **7.2.19. Forma de panoja**

El 44% de accesiones evaluadas presentaron panoja amarantiforme, 36% presentó forma intermedia y el 20% presentó forma glomerulada. Tabla 18.

#### **7.2.20. Densidad de panoja**

La densidad de panoja dominante en el germoplasma evaluado fue la intermedia con 60% de frecuencia, las densidades: compacta y laxa presentaron una frecuencia de 20%. Tabla 18.

#### **7.2.21. Color de perigonio**

El color de perigonio dominante en las accesiones evaluadas fue amarillo grisáceo con una frecuencia de 68%, el color naranja grisáceo mostró frecuencia menor con 24% y los colores: marrón grisáceo y púrpura grisáceo presentaron frecuencia de 4%. Tabla 19.

#### **7.2.22. Color del pericarpio**

En el germoplasma evaluado existió mayor frecuencia para color de pericarpio blanco con 68%, seguido de color amarillo con 28% de frecuencia y el color rojo con el 4% restante. Tabla 19.

#### **7.2.23. Color de la episperma**

Todas las accesiones evaluadas en la presente investigación presentaron episperma de color blanco. Tabla 19.

#### **7.2.24. Color del perisperma**

El color de perisperma dominante en las accesiones evaluadas fue el opaco con el 92% de frecuencia, el color translucido hialino mostró una frecuencia del 8%. Tabla 19.

#### **7.2.25. Forma del fruto**

Todas las accesiones evaluadas en la presente investigación presentaron forma de fruto lenticular. Tabla 19.

### **7.3. Fenología**

#### **7.3.1. 2 hojas verdaderas**

El promedio a 2 hojas verdaderas fue de 12 días, el valor máximo fue de 15 días y corresponde a las accesiones CQC-045 y CQC-305, el valor mínimo fue de 10 días y corresponde a las accesiones: CQC-042, CQC-145, CQC-183 y CQC-260.

#### **7.3.2. Ramificación**

El promedio de días para ramificación fue de 42, el valor máximo de 48 días corresponde a la accesión CQC-045, el valor mínimo de 32 días corresponde a CQC-260.

#### **7.3.3. Panojado**

El promedio a panojado fue de 94 días, el valor máximo fue 129 días y corresponde a la accesión CQC-045, el valor mínimo de 51 días corresponde a la accesión CQC-260.

#### **7.3.4. Floración**

El promedio de días a floración fue de 130, el valor máximo es de 163 días y corresponde a la accesión CQC-045 y el valor mínimo de 93 días corresponde a la accesión CQC-260.

#### **7.3.5. Grano pastoso**

El promedio a grano pastoso fue de 165 días, el valor máximo de 196 días corresponde a la accesión CQC-045 y el valor más bajo corresponde a la accesión CQC-260 con 124 días.

#### **7.3.6. Madurez fisiológica**

El promedio de madurez fisiológica fue de 193 días, el valor máximo de 228 días corresponde a CQC-045 y el valor mínimo corresponde a la accesión CQC-260 con 150 días.

Tabla 41.

## VIII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### CONCLUSIONES

La altura de planta promedio fue 1.51 m. La altura 1.94 m, correspondiente a la accesión CQC-296, es la altura máxima encontrada. Diámetro de tallo promedio fue 1.48 cm. Longitud de peciolo promedio fue 5.90 cm. La longitud máxima de hoja promedio fue de 8.87 cm. El ancho de hoja promedio fue de 7.20 cm, el ancho máximo de hoja de 8.23 cm, correspondiente a la accesión CQC-062, fue el valor máximo. Longitud de panoja promedio fue 52.53 cm. Diámetro de panoja promedio fue 7.26 cm. El diámetro de grano promedio fue 2.16 mm. El diámetro de grano 2.32 mm, correspondiente a la accesión CQC-051, fue el valor máximo. El espesor de grano promedio fue 0.93 mm. El peso de grano por hectárea promedio fue 2,023.50 kg/ha de grano. El peso de grano por planta promedio fue de 40.25 g. Los pesos de grano por planta 59.13 g y 57.45 g correspondientes a las accesiones CQC-199 y CQC-062 respectivamente fueron superiores a las demás accesiones. La accesión CQC-199 presentó el contenido de saponina más alto, mientras que la accesión CQC-042 presentó el contenido más bajo.

El tipo de crecimiento fue herbáceo, los hábitos de crecimiento dominantes fueron simple y ramificado hasta el tercio inferior, la forma del tallo fue mayormente anguloso, el color amarillo y las axilas sin pigmentación fueron dominantes, presenta estrías de color variable. La presencia de ramificación fue variable, el mayor número de ramas fue 16 y el menor fue 7. La forma de la hoja fue romboidal y de margen dentada, el peciolo y la lámina foliar fueron mayormente verdes, los gránulos fueron blancos. Los colores de panoja a la floración dominantes fueron verde y verde/púrpura, el color de panoja a la madurez dominante fue anaranjado, la forma de la panoja fue variable, la densidad de panoja mayormente fue intermedia. El color de perigonio más frecuente fue amarillo grisáceo, el color del pericarpio dominante fue blanco, color de episperma blanca, color de perisperma dominante opaco y la forma del fruto es lenticular.

La fase de dos hojas verdaderas se presentó de 10 a 15 días, ramificación entre 32 y 48 días, la fase de panojado se presentó de 51 a 129 días, la floración de 93 a 163 días, la fase de grano pastoso de 124 a 196 días y la fase de maduración fisiológica de 150 a 228 días. Las accesiones CQC-260 y CQC-167 presentaron el periodo vegetativo más corto con 150 y 168 días respectivamente, mientras que, las accesiones CQC-045 y CQC-003 presentaron periodo vegetativo más largo con 228 y 215 días respectivamente.

## SUGERENCIAS

1. Se sugiere continuar con el fenotipaje convencional del material evaluado en la presente investigación en otros pisos ecológicos.
2. Se sugiere seleccionar los ecotipos sobresalientes y continuar con las evaluaciones con fines de mejoramiento.
3. Se sugiere continuar con las investigaciones referentes a las plagas clave contra Qhona qhona, o probar con épocas de siembra para disminuir el daño de esta plaga.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS GENERALES

**Accesión:** Muestra de germoplasma representativo de una o varios individuos de la población.

**Alogamia:** Fertilización cruzada, en una población panmítica, es el transporte y fusión del gameto masculino de un individuo con el gameto femenino de otro individuo.

**Autogamia:** Autofertilización, en una población panmítica es la fusión del gameto masculino con el femenino del mismo individuo.

**Caracterización:** descripción o registro de las características morfológicas, citogenéticas, bioquímicas o moleculares de un individuo, los que son poco influenciadas por el medio ambiente en su expresión.

**Característica cuantitativa:** característica en que la variación presentada es continua, es común encontrar una gradiente. Generalmente controlado por poligenes.

**Característica cualitativa:** característica en que la variación presentada es discontinua, generalmente controlado por oligogenes.

**Colección de germoplasma:** Conglomerado de accesiones representativas de la variabilidad genética de una especie y cuyo objetivo es la conservación y/o utilización.

**Cultivar o variedad:** Conjunto de plantas cultivadas que se distinguen de otras por sus caracteres morfológicos, fisiológicos, genéticos u otros de carácter agronómico o económico y que al reproducirse (sexual o asexualmente), conservan sus caracteres distintivos.

**Descriptor:** característica medible o subjetiva de una accesión.

**Emasculación:** acto de eliminar la capacidad de un individuo de producir gametos masculinos.

**Erosión genética:** Pérdida de diversidad genética o de genes en poblaciones silvestres y/o domesticadas de la misma especie, debido a la actividad antrópica (deforestación, sustitución de variedades), u otras causas

- Ecotipo:** Población heterogénea de plantas de libre polinización que están adaptadas a un nicho ecológico particular y sobre las que únicamente actúa la selección natural.
- Fenología:** estudio de la aparición de fenómenos periódicos en el ciclo natural de los organismos.
- Fenotipo:** apariencia final de un individuo como resultado de la interacción de su genotipo con un determinado ambiente biótico.
- Fenotipaje:** Como la adquisición de datos fenotípicos altamente dimensionales en organismos a gran escala
- Genotipo:** Es la constitución genética de un individuo o el conjunto de genes existentes en cada uno los núcleos celulares.
- Germoplasma:** Cualquier propágulo o ente viviente que se conserva y utiliza en un banco de germoplasma.
- Línea:** serie de grados de parentesco entre individuos, ascendencia y descendencia de un individuo.
- Línea endogámica:** línea producida por endogamia continua.
- Línea pura:** línea homocigota en todos los loci obtenida generalmente por autofecundaciones continuas.
- Recursos genéticos:** variabilidad de especies de plantas, animales y microorganismos integrantes de la biodiversidad de interés socioeconómico actual y potencial.
- Selección:** contribución diferenciada de los descendientes por genotipos distintos de la misma población, para la próxima generación.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, N. (1996). *Fitopatología*. México: Limusa S.A.
2. Aasen, H., Burkart, A., Bolten, A., & Bareth, G. (2015). Generating 3D hyperspectral information with lightweight UAV snapshot cameras for vegetation monitoring: From camera calibration to quality assurance. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 108, 245-259. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.08.002>
3. Arvidsson, S., Pérez-Rodríguez, P., & Mueller-Roeber, B. (2011). A growth phenotyping pipeline for *Arabidopsis thaliana* integrating image analysis and rosette area modeling for robust quantification of genotype effects. *The New phytologist*, 191(3), 895–907. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03756.x>

4. Agrobanco. (Diciembre de 2012). Principales variedades de quinua sembradas en el Perú. *Revista Técnica Agropecuaria*, 4-5.
5. Balachandran, S., Hurry, V.M., Kelley, S.E., Osmond, C.B., Robinson, S.A., Rohozinski, J., Seaton, G.G.R. & Sims, D.A. (1997), Concepts of plant biotic stress. Some insights into the stress physiology of virus-infected plants, from the perspective of photosynthesis. *Physiologia Plantarum*, 100, 203-213. <https://doi:10.1111/j.1399-3054.1997.tb04776.x>
6. Balachandran, S., Hurry, V.M., Kelley, S.E., Osmond, C.B., Robinson, S.A., Rohozinski, J., Seaton, G.G.R. & Sims, D.A. (1997), Concepts of plant biotic stress. Some insights into the stress physiology of virus-infected plants, from the perspective of photosynthesis. *Physiologia Plantarum*, 100, 203-213. <https://doi:10.1111/j.1399-3054.1997.tb04776.x>
7. Bauriegel, E., Giebel, A., & Herppich, W. B. (2011). Hyperspectral and chlorophyll fluorescence imaging to analyse the impact of *Fusarium culmorum* on the photosynthetic integrity of infected wheat ears. *Sensors*, 11(4), 3765-3779. <https://doi.org/10.3390/s110403765>
8. Brewer, M. T., Lang, L., Fujimura, K., Dujmovic, N., Gray, S., & van der Knaap, E. (2006). Development of a controlled vocabulary and software application to analyze fruit shape variation in tomato and other plant species. *Plant physiology*, 141(1), 15–25. <https://doi.org/10.1104/pp.106.077867>
9. Brocks, S., & Bareth, G. (2018). Estimating barley biomass with crop surface models from oblique RGB imagery. *Remote Sensing*, 10(2), 268. <https://doi.org/10.3390/rs10020268>
10. Calla, J. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de la quinua*. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
11. Camacho, S. (2009). *Manual técnico cultivo de quinua orgánica*. Huancavelica, Perú: Agrorural.
12. Care-Peru. (2012). *Manual de nutrición y fertilización de la quinua*. Lima, Perú: Funart.
13. Cespedez, E. (2009). *Efecto del medio ambiente en tres genotipos de Quinua (Chenopodium quinua Wilfdenow), en el centro agronómico K'ayra*. Tesis de maestría, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.

14. Duan, L., Yang, W., Huang, C., & Liu, Q. (2011). A novel machine-vision-based facility for the automatic evaluation of yield-related traits in rice. *Plant methods*, 7, 44. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-7-44>
15. Fiorani, F., & Schurr, U. (2013). Future scenarios for plant phenotyping. *Annual review of plant biology*, 64, 267–291. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120137>
16. Flavel, R. J., Guppy, C. N., Tighe, M., Watt, M., McNeill, A., & Young I. M. (2012). Non-Destructive quantification of cereal roots in soil using high-resolution x-ray tomography. *Journal of Experimental Botany*, 63(7), 2503–2511. <https://doi.org/10.1093/jxb/err421>
17. Flores, J., Alanya, Y., Chilquillo, M., Chávez, V., Cusiatao, G., Sarmiento, R., & .....Risco, A. (2010). *Tecnología productiva de la quinua*. Lima, Perú: Solid OPD.
18. Florez, F. (2003). *Épocas y sistemas de siembra en tres genotipos de quinua (Chenopodium quinoa willd) bajo condiciones de K'ayra*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
19. Franco, T., & Hidalgo, R. (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).
20. Furbank, R. T., & Tester, M. (2011). Phenomics—technologies to relieve the phenotyping bottleneck. *Trends in plant science*, 16(12), 635–644. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.09.005>
21. Golzarian, M.R., Frick, R.A., Rajendran, K., Berger, B.; Roy, S.; Tester, M. & Lun, D.S. (2011). Accurate inference of shoot biomass from high-throughput images of cereal plants. *Plant Methods* 7(2), 1-11. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-7-2>
22. Gomez, J. (2016). *Caracterización botánica y evaluación del contenido de saponina por el método del índice de espuma de 108 genotipos seleccionados de quinua (Chenopodium quinoa willd.) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco , Cusoc, Perú.
23. Gomez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guia del cultivo de la Quinua*. Lima, Perú: FAO, UNALM.
24. Huallpa, B. (2016). *Caracterización agrobotanica de 150 entradas de quinua (Chenopodium quinoa willd.) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco , Cusco, Perú.

25. Huaman, E. (2002). *Rendimiento de veinticinco genotipos de quinua (Chenopodium quinoa, Willd) bajo condiciones de K'ayra*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
26. Holman, F. H., Riche, A. B., Michalski, A., Castle, M., Wooster, M. J., & Hawkesford, M. J. (2016). High throughput field phenotyping of wheat plant height and growth rate in field plot trials using UAV based remote sensing. *Remote Sensing*, 8(12), 1031. <https://doi.org/10.3390/rs8121031>
27. Houle, D., Govindaraju, D. R., & Omholt, S. (2010). Phenomics: the next challenge. *Nature reviews. Genetics*, 11(12), 855–866. <https://doi.org/10.1038/nrg2897>
28. Jansen, M., Gilmer, F., Biskup, B.; Nagel, K.A., Rascher, U.; Fischbach, A., Briem, S., Dreissen, G.; Tittmann, S. & Braun, S. (2009). Simultaneous phenotyping of leaf growth and chlorophyll fluorescence via growscreen fluoro allows detection of stress tolerance in arabidopsis thaliana and other rosette plants. *Functional Plant Biology* 36, 902–914. <https://doi.org/10.1071/FP09095>
29. Johannsen, W. L. (1911). The Genotype Conception of Heredity. *The American Naturalist* 45, 129–59. <http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/holdings/amnat/wj-1911.pdf>
30. Kumar, P., Huang, C., Cai, J. & Miklavcic, S.J. (2014). Root phenotyping by root tip detection and classification through statistical learning. *Plant Soil* 380, 193–209. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2071-3>
31. Ladrón de Guevara, O. (2005). *Introducción a la climatología y la fenología*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
32. Leon, J. (2003). *Cultivo de la quinua en Puno - Perú*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
33. Llantoy, A. (2014). *Caracterización agrobotánica y fenología de 72 ecotipos y 28 selecciones de quinua (Chenopodium quinoa willd.) para rendimiento de grano en el Centro Agronómico K'ayra - Cusco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, Cusco, Perú.
34. Madec, S., Baret, F., De Solan, B., Thomas, S., Dutartre, D., Jezequel, S., ... & Comar, A. (2017). High-throughput phenotyping of plant height: comparing unmanned aerial vehicles and ground LiDAR estimates. *Frontiers in plant science*, 8, 2002. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02002>

35. Mayhua, B. (2004). *Caracterización agro botánica de setentaiocho entradas de quinua (Chenipodiun quinoa Willd.) en condiciones de K'ayra*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, Cusco, Perú.
36. Menzel, M. I., Tittmann, S., Buehler, J., Preis, S., Wolters, N., Jahnke, S., ... & Offenhaeuser, A. (2009). Non-invasive determination of plant biomass with microwave resonators. *Plant, cell & environment*, 32(4), 368-379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.01931.x>
37. Monforte, A. J., Diaz, A., Caño-Delgado, A., & van der Knaap, E. (2014). The genetic basis of fruit morphology in horticultural crops: lessons from tomato and melon. *Journal of experimental botany*, 65(16), 4625–4637. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru017>
38. Pérez, F. (2019). *Desarrollo de un sistema de fenotipado basado en visión artificial para el estudio de la cinética de crecimiento de plantas*. Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Colombia. Recuperado de:<https://repositorio.upct.es/handle/10317/7766>.
39. Rao, N. K. S., & Laxman, R. H. (2013). Phenotyping horticultural crops for abiotic stress tolerance. En *Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies* (pp. 147-157). Springer, India. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-0974-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-81-322-0974-4_14)
40. Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología del Perú. (2017). *Atlas de zonas de vida del Perú, guía explicativa*. Lima, Perú.
41. Schirrmann, M., Giebel, A., Gleiniger, F., Pflanz, M., Lentschke, J., & Dammer, K. H. (2016). Monitoring agronomic parameters of winter wheat crops with low-cost UAV imagery. *Remote Sensing*, 8(9), 706. <https://doi.org/10.3390/rs8090706>
42. Wallace, L., Lucieer, A., Watson, C., & Turner, D. (2012). Development of a UAV-LiDAR system with application to forest inventory. *Remote sensing*, 4(6), 1519-1543. <https://doi.org/10.3390/rs4061519>
43. Walter, A., Silk, W. K., & Schurr, U. (2009). Environmental effects on spatial and temporal patterns of leaf and root growth. *Annual review of plant biology*, 60, 279–304. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607> Swinfield, T., Lindsell, J. A., Williams, J. V., Harrison, R. D., Agustiono, Habibi, ... & Coomes, D. A. (2019). Accurate Measurement of Tropical Forest Canopy Heights and Aboveground Carbon Using Structure From Motion. *Remote Sensing*, 11(8), 928. <https://doi:10.3390/rs11080928>

44. Vallejo, F., & Estrada, E. (2002). *Mejoramiento genético de plantas*. Cali, Colombia: Impresora Feriva S.A.
45. Xie, C., & Yang, C. (2020). A review on plant high-throughput phenotyping traits using UAV-based sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105731. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105731>
46. Yzarra, W., & Lopez, F. (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>.

## X. ANEXOS

### ANEXO 01: Descriptores para quinua

#### CARACTERIZACIÓN

##### 7.1. Densidad de siembra

3 Escasa

5 Intermedia

7 Alta

##### 7.2. Tipo de crecimiento

1 Herbáceo

2 Arbustivo

##### 7.3 Hábito de crecimiento

1 Simple

2 Ramificado hasta el tercio inferior

3 Ramificado hasta el segundo tercio

4 Ramificado con panoja principal no definida

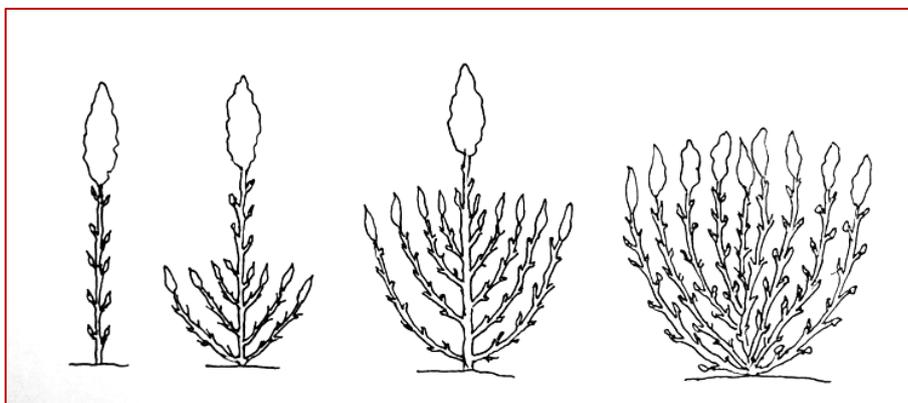


Fig. 3. Hábito de crecimiento

##### 7.4 Altura de la planta (cm)

Medida en la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.  
Promedio de 10 plantas.

##### 7.5 Tallo

###### 7.5.1 Forma de tallo principal

Vista transversal. Observado en el tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica.

Véase la Fig. 4.

1 Cilíndrico

2 Anguloso

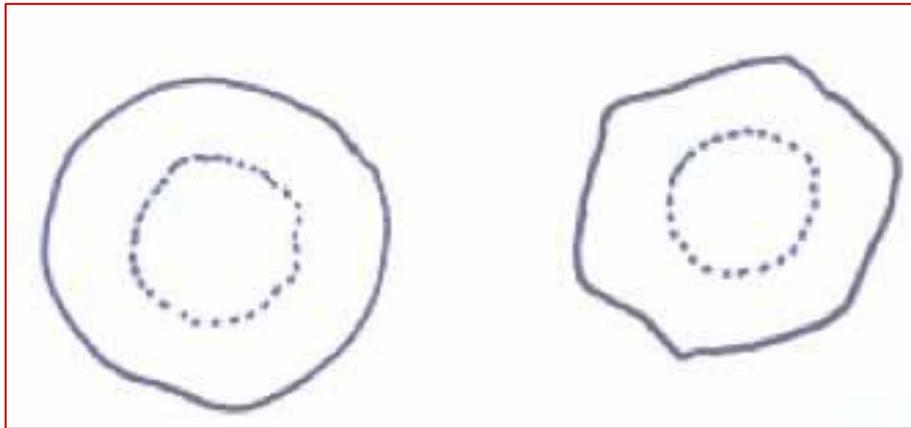


Fig. 4. Forma de tallo principal

#### 7.5.2 Diámetro del tallo principal (mm)

Medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de al menos 10 plantas.

#### 7.5.3 Color del tallo principal

Registro del color predominante en el tallo principal en la madurez fisiológica.

1 Blanco

2 Púrpura

3 Rojo

4 Rosado

5 Amarillo

6 Anaranjado

7 Marrón

8 Gris

9 Negro

10 Verde

99 Otro (especificar en el descriptor 7.10 Notas)

#### 7.5.4 Presencia de axilas pigmentadas

Observado en la intersección entre el tallo principal y las ramas primarias, en la floración de la planta.

0 Ausentes

1 Presentes

2 No determinadas (por ej. aquellas plantas de tallo y ramas de color rojo, donde no se puede apreciar la presencia de axilas pigmentadas)

#### 7.5.5 Presencia de estrías

Observado en el tallo principal de la planta en floración.

0 Ausentes

1 Presentes

#### 7.5.6 Color de las estrías

Observado en la parte media del tercio medio de la planta en plena floración.

1 Verdes

2 Amarillas

3 Rojas

4 Púrpura

99 Otro (especificar e el descriptor 7.10 Notas)

#### 7.5.7 Porcentaje de plantas acamadas (%)

Registrado mediante la relación número de plantas acamadas sobre el número total de plantas de la accesión.

##### 7.5.7.1 Fase fenológica

Indicar la fase fenológica en la que ha ocurrido.

#### 7.6 Ramificación

##### 7.6.1 Presencia de ramificación

0 Ausente

1 Presente

##### 7.6.2 Número de ramas primarias

Número de ramas desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en la madurez fisiológica.

##### 7.6.3 Posición de las ramas primarias

1 Salen oblicuamente del tallo principal

2 Salen de la base con una cierta curvatura

## 7.7 Hoja

Descripción de hojas del tercio medio del tallo principal de la planta, seleccionadas en plena floración de al menos 10 plantas.

### 7.7.1 Forma de la hoja

1 Romboidal

2 Triangular

### 7.7.2 Margen (borde) de la hoja

1 Entero

2 Dentado

3 Aserrado

### 7.7.3 Número de dientes en la hoja

Número total de dientes por hoja, media de al menos 10 hojas basales (una hoja por planta).

### 7.7.4 Longitud del pecíolo (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la Fig. 5.

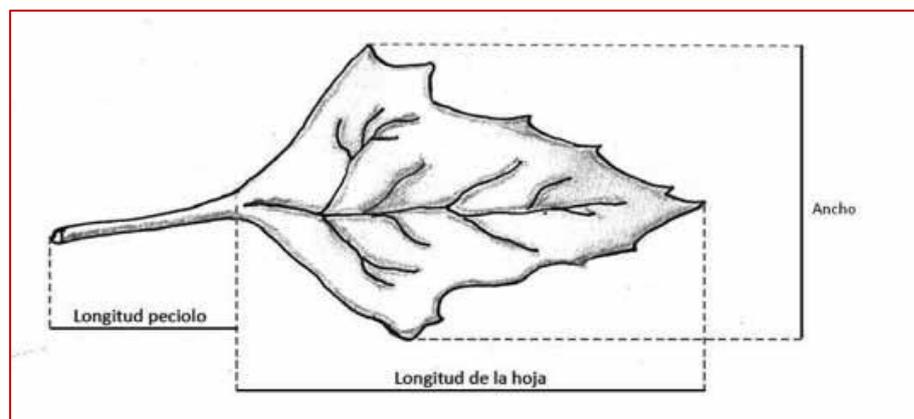


Fig. 5. Medidas de la hoja

### 7.7.5 Longitud máxima de la hoja (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la Fig. 5.

### 7.7.6 Ancho máximo de la hoja (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la Fig. 5.

#### 7.7.7 Color del pecíolo

- 1 Verde
- 2 Verde – Rojo (estriado/variegado)
- 3 Rojo

#### 7.7.8 Color de la lámina foliar

- 1 Verde
- 2 Verde – Rojo (estriado/variegado)
- 3 Rojo

#### 7.7.9 Color de gránulos en las hojas. Observado en plena floración.

- 0 Ausente
- 1 Blanco
- 2 Blanco – Rojo (estriado/variegado)
- 3 Púrpura
- 4 Rojo

#### 7.8 Inflorescencia

##### 7.8.1 Presencia de androesterilidad. Observado en plena floración.

- 0 Ausente (sobre crecimiento del estigma)
- 1 Presente (ausencia de anteras)

##### \*7.8.2 Color de la panoja en la floración

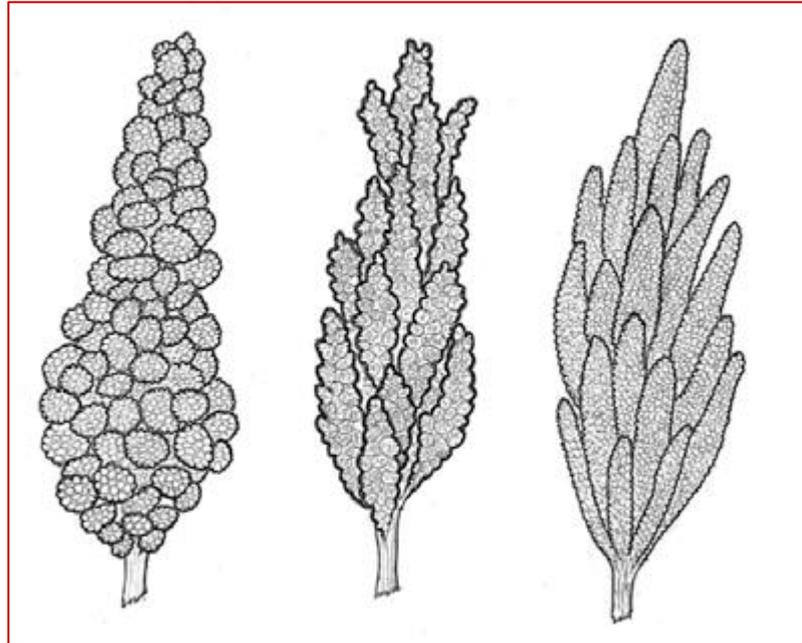
- 1 Verde
- 2 Púrpura
- 3 Rojo
- 4 Mixtura (púrpura y rojo)

##### \*7.8.3 Color de la panoja en la madurez fisiológica

- |              |   |
|--------------|---|
| 1 Blanco     | 9 Negro                                     |
| 2 Púrpura    | 10 Rojo y blanco                            |
| 3 Rojo       | 11 Rojo y rosado                            |
| 4 Rosado     | 12 Rojo y amarillo                          |
| 5 Amarillo   | 13 Verde                                    |
| 6 Anaranjado | 14 Rojo y verde                             |
| 7 Marrón     | 99 Otros (especificar en el descriptor 7.10 |
| 8 Gris       | Notas)                                      |

\*7.8.4 Forma de la panoja. Véase la Fig. 6.

- 1 Glomerulada (glomérulos están insertos en los ejes glomerulares y presentan una forma globosa)
- 2 Intermedia (apariencia de ambas formas)
- 3 Amarantiforme (glomérulos están insertados directamente en el eje secundario y presentan una forma alargada)



1

2

3

Glomerulada

Intermedia

Amarantiforme

\*7.8.5 Longitud de la panoja [cm]

Registrar en la madurez fisiológica, medir desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Media de al menos 10 plantas.

\*7.8.6 Diámetro de la panoja [cm]

Registrar en la madurez fisiológica, registrar el diámetro máximo de la panoja principal. Media de al menos 10 plantas.

\*7.8.7 Densidad de la panoja

- 1 Laxa
- 2 Intermedia
- 3 Compacta

7.9 Características del grano

7.9.1 Color del perigonio

- 1 Verde
- 2 Blanco
- 3 Crema
- 4 Amarillo
- 5 Amarillo dorado
- 6 Rosado
- 7 Rojo
- 8 Anaranjado
- 9 Café claro
- 10 Café
- 11 Café oscuro
- 12 Café rojizo
- 13 Púrpura
- 14 Gris
- 15 Negro

99 Otro (especificar en el descriptor 7.10 Notas)

#### 7.9.2 Diámetro del grano [mm]

Promedio de 20 granos sin considerar el perigonio.

#### 7.9.3 Espesor del grano (mm)

Promedio de 20 granos sin considerar el perigonio.

#### \*7.9.4 Peso de 1000 granos [g] (5.5)

Registro del peso sin considerar el perigonio.

#### \*7.9.5 Rendimiento de semilla por planta (g)

Promedio de al menos 10 plantas.

#### \*7.9.6 Color de pericarpio

- 1 Crema
- 2 Amarillo
- 3 Amarillo dorado
- 4 Rosado
- 5 Rojo
- 6 Café claro
- 7 Café

8 Café oscuro

9 Café verdoso

10 Púrpura

99 Otro (especificar en el descriptor 7.10 Notas)

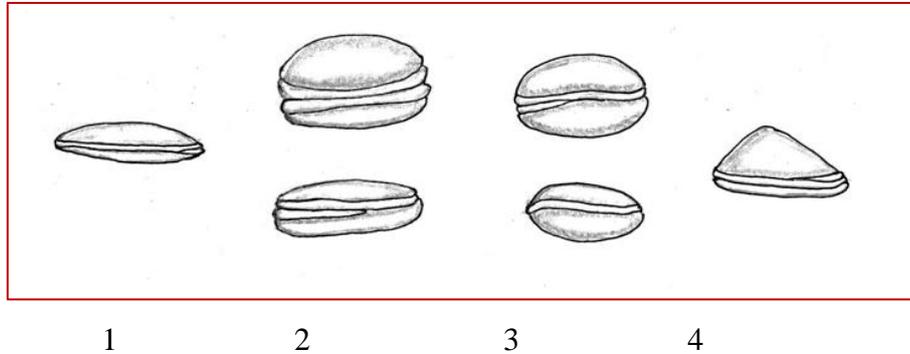


Fig. 7. Forma del grano

7.9.13 Forma del grano. Véase Fig. 7.

1 Lenticular

2 Cilíndrico

3 Elipsoidal

4 Cónico

7.10 Notas del recolector

Indicar aquí la información adicional registrada por el recolector, o cualquier información específica sobre cualquiera de los estados de los descriptores antes mencionados.

## EVALUACION

8. Descriptores de la planta

8.1 Fecha de siembra [AAAAMMDD]

8.2 Vigor a la emergencia

El vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de plántulas.

1 Malo

2 Regular

3 Bueno

8.3 Número de días hasta la formación del botón floral [d]

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan formado el botón floral.

\*8.4 Número de días hasta el inicio de floración [d]

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan iniciado la floración.

\*8.5 Número de días hasta el 50% de floración [d]

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado el 50% de la floración.

8.6 Número de días hasta el final de floración [d]

Desde la siembra hasta que el 100% de las plantas presenten flores abiertas.

8.7 Número de días hasta grano lechoso [d]

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten granos que liberen líquido blanquecino cuando se someten a presión.

8.8 Número de días hasta grano pastoso [d]

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado una apariencia de grano pastoso.

\*8.9 Número de días hasta el 50% de la madurez fisiológica [d]

\*8.10 Presencia de saponina

0 Ausente

1 Presente

8.11 Eflusión de saponina

Espuma producida en tubos de ensayo luego de agitar 0.5 g de muestra en ml de agua destilada.

0 Nada

3 Poca

5 Regular

7 Mucha

\*8.12 Índice de cosecha

$IC = (PG/PB+PG * 100)$

PG: Peso de Grano

PB: Peso de Broza

\*8.13 Contenido de proteínas en la semilla (% PS)

Porcentaje por 100 g de materia del peso de semillas secas.

\*8.14 Composición de la proteína de las semillas (mg/g de proteína)

8.14.1 Aminoácidos esenciales

1 Lisina

2 Leucina

3 Isoleucina

4 Valina

5 Metionina

6 Fenilalamina

7 Treonina

8 Triptófano

99 Otro (especificar en el descriptor 8.15 Notas)

8.15 Notas

Indicar aquí información adicional sobre los estados de los descriptores antes mencionados.

9. Susceptibilidad al estrés abiótico

Registrada en condiciones naturales, que se deben especificar claramente. Están codificadas en una escala numérica de susceptibilidad del 1 al 9:

1 Muy baja o sin signos visibles de susceptibilidad

3 Baja

5 Intermedia

7 Alta

9 Muy alta

\*9.1 Reacción a heladas

Registrada en condiciones naturales durante la estación fría y/o cálida.

9.2 Reacción a altas temperaturas

Registrada en condiciones naturales durante la estación cálida.

\*9.3 Reacción a la sequía

Registrada en condiciones naturales durante el período diurno durante, por lo menos, cuatro semanas.

#### 9.4 Reacción a la alta humedad del suelo

#### 9.5 Reacción al granizo

#### 9.6 Notas

Especificar aquí cualquier información adicional sobre la susceptibilidad al estrés abiótico.

### 10. Susceptibilidad al estrés biológico

En cada caso, es importante especificar el origen de la infestación o infección, es decir, natural, inoculación en el campo, laboratorio. Registre dicha información en el descriptor

10.4 Notas. La susceptibilidad está codificada en una escala numérica del 1 al 9:

0 Ausente

1 Muy baja o sin signos visibles de susceptibilidad

3 Baja

5 Intermedia

7 Alta

9 Muy alta

#### 10.1 Plagas

10.1.1 *Helicoverpa gelotopoeon* Ticonas, ticuchis, rafaelito, almakepi

*Helicoverpa atacamae*, *Copitarsia incommoda*, *Agrotis andina*

*Dargida acanthus*, *Heliiothis titicacae*, *Feltia andina*.

\*10.1.2 *Eurysacca quinoae* Polilla de la quinua, "Qhona qhona" "Qhaqo"

10.1.3 *Eurysacca melanocampta* Kepicha de la quinua, Pilipintu

10.1.4 *Liriomiza huidobrensis* Mosca minodera de las hojas

10.1.5 *Epicauta* sp. "Padre kuru" "Karhua"

10.1.6 *Epitrix* sp. Pulguilla, “Piki piki”

10.1.7 *Aphis* sp. - *Myzus* sp. Pulgones

10.1.8 *Frankiniella tuberosi* "Trips" "Llaja"

10.1.9 *Anacuerna centrolinea* Tunku tunku

10.2 Enfermedades

10.2.1 Hongos

\*10.2.1.1 *Peronospora farinosa* Mildiu

10.2.1.2 *Ascochyta hyalospora* Mancha foliar

10.2.2 Bacterias

10.2.2.1 *Pseudomonas* sp. Mancha bacteriana

10.2.3 Nematodos

10.2.3.1 *Nacobbus* sp. Falsos nematodos del nudo

10.2.3.2 *Heterodera* sp. Nematodos de quiste

10.3 Daño provocado por aves

Indicar mediante la escala numérica el daño causado por pájaros o aves graníferas.

## ANEXO 02: REGISTRO METEOROLÓGICO

**Tabla 21:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de octubre 2018.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día) Total
	MAX	MIN		
01/10/2018	23.20	3.50	68.70	0.00
02/10/2018	24.50	4.50	54.10	0.00
03/10/2018	22.60	5.50	53.70	0.00
04/10/2018	13.50	4.80	73.50	0.00
05/10/2018	21.50	7.50	55.60	0.00
06/10/2018	20.00	7.00	67.00	0.00
07/10/2018	20.00	5.40	65.40	0.00
08/10/2018	16.00	3.80	78.80	0.00

09/10/2018	23.00	3.60	63.80	0.00
10/10/2018	22.20	2.80	66.40	3.00
11/10/2018	19.80	7.00	70.50	0.30
12/10/2018	19.50	8.00	76.00	6.30
13/10/2018	15.00	7.80	84.40	3.30
14/10/2018	20.00	6.20	75.70	20.00
15/10/2018	20.50	7.40	81.60	4.20
16/10/2018	21.60	8.00	76.00	12.60
17/10/2018	23.00	6.60	65.10	0.00
18/10/2018	19.80	7.10	66.10	0.00
19/10/2018	21.20	6.30	71.60	8.40
20/10/2018	17.00	8.40	76.20	3.40
21/10/2018	21.80	5.50	68.80	0.00
22/10/2018	22.50	5.60	72.10	2.50
23/10/2018	20.80	8.40	77.10	3.20
24/10/2018	14.00	8.60	89.60	1.80
25/10/2018	13.40	9.50	84.70	5.80
26/10/2018	17.00	8.80	72.10	1.70
27/10/2018	20.00	8.70	75.40	0.30
28/10/2018	22.30	9.20	61.90	1.40
29/10/2018	23.20	8.00	76.20	0.00
30/10/2018	21.80	6.50	73.80	2.50
31/10/2018	20.80	9.00	62.90	0.00

**Tabla 22:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de noviembre 2018.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		Total
01/11/2018	21.00	8.00	65.80	0.40
02/11/2018	19.20	10.00	76.60	2.20
03/11/2018	21.20	8.80	66.40	0.00
04/11/2018	23.50	5.00	69.00	2.60
05/11/2018	26.20	5.00	71.40	1.10
06/11/2018	21.20	8.80	76.40	0.10
07/11/2018	21.50	8.00	71.50	2.00
08/11/2018	21.50	8.00	S/D	0.00
09/11/2018	24.20	6.30	S/D	0.40
10/11/2018	24.50	4.60	70.80	0.00
11/11/2018	19.40	6.60	83.20	0.00
12/11/2018	21.50	7.20	71.90	0.00
13/11/2018	24.60	7.00	58.20	2.40
14/11/2018	20.50	10.80	74.50	0.60
15/11/2018	23.50	7.10	65.50	13.50
16/11/2018	23.50	6.50	69.80	9.50
17/11/2018	24.00	7.40	61.50	0.50
18/11/2018	21.80	10.80	63.00	0.60
19/11/2018	20.00	7.50	73.10	3.70

20/11/2018	20.00	8.20	69.70	13.60
21/11/2018	23.10	7.50	73.60	6.90
22/11/2018	23.60	7.50	70.40	0.00
23/11/2018	26.40	5.50	69.70	0.00
24/11/2018	20.60	8.70	68.20	0.00
25/11/2018	23.50	7.00	69.50	7.60
26/11/2018	22.00	10.00	66.90	12.80
27/11/2018	22.40	9.00	66.90	0.30
28/11/2018	22.50	9.00	70.60	0.00
29/11/2018	23.50	5.40	66.80	0.00
30/11/2018	21.50	5.20	64.90	0.00

**Tabla 23:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de diciembre 2018.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		Total
01/12/2018	22.80	2.00	60.50	0.00
02/12/2018	21.60	3.50	67.50	0.00
03/12/2018	22.00	5.60	64.10	0.00
04/12/2018	23.50	4.00	62.60	0.00
05/12/2018	25.00	2.50	56.30	0.00
06/12/2018	22.20	6.00	62.20	0.00
07/12/2018	23.50	4.00	64.20	0.10
08/12/2018	21.20	6.20	68.80	0.00
09/12/2018	23.20	7.00	53.80	0.00
10/12/2018	24.50	-1.00	48.90	0.00
11/12/2018	24.20	4.50	37.80	0.00
12/12/2018	24.40	2.50	53.90	0.00
13/12/2018	21.50	2.50	54.30	4.10
14/12/2018	22.50	8.00	S/D	0.40
15/12/2018	20.50	8.00	61.60	0.00
16/12/2018	21.20	8.60	68.10	8.00
17/12/2018	21.00	5.50	76.30	1.80
18/12/2018	16.80	9.00	82.00	0.60
19/12/2018	18.80	7.00	80.70	17.20
20/12/2018	20.10	7.50	75.40	0.00
21/12/2018	20.60	7.00	75.30	0.00
22/12/2018	21.50	6.50	71.70	14.40
23/12/2018	23.50	7.50	74.50	2.20
24/12/2018	21.50	6.20	75.50	0.00
25/12/2018	20.80	7.00	73.10	23.00
26/12/2018	20.00	6.80	66.30	3.80
27/12/2018	21.00	9.00	74.70	2.80
28/12/2018	22.50	8.50	66.40	6.30
29/12/2018	18.50	8.40	74.80	3.90
30/12/2018	19.20	7.80	76.80	4.10
31/12/2018	16.60	6.50	79.20	2.50

**Tabla 24:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de enero 2019.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		Total
01/01/2019	19.00	8.50	66.70	5.20
02/01/2019	22.00	6.60	68.90	0.50
03/01/2019	21.00	9.50	72.40	12.90
04/01/2019	21.20	8.60	75.20	22.20
05/01/2019	20.20	8.20	71.80	0.00
06/01/2019	22.20	9.40	70.80	0.00
07/01/2019	24.10	7.70	70.30	0.00
08/01/2019	22.80	5.40	68.80	8.40
09/01/2019	22.40	4.70	67.60	5.50
10/01/2019	20.50	6.50	67.10	2.40
11/01/2019	17.50	7.20	78.20	4.40
12/01/2019	18.00	7.00	80.00	6.00
13/01/2019	20.00	8.00	71.50	8.50
14/01/2019	20.10	9.00	77.40	0.00
15/01/2019	20.40	10.10	72.40	1.30
16/01/2019	20.60	8.60	74.10	0.30
17/01/2019	20.00	8.50	78.10	11.70
18/01/2019	18.20	7.20	75.50	0.20
19/01/2019	20.20	4.40	81.40	1.90
20/01/2019	18.20	6.60	77.80	1.00
21/01/2019	21.30	9.80	74.30	0.70
22/01/2019	21.80	8.80	65.30	0.00
23/01/2019	20.60	9.00	71.20	0.00
24/01/2019	19.20	7.20	74.80	0.00
25/01/2019	22.00	8.20	61.60	7.90
26/01/2019	20.60	8.50	76.70	0.00
27/01/2019	22.00	6.20	74.10	7.20
28/01/2019	19.50	6.40	72.00	0.00
29/01/2019	22.20	8.80	74.40	3.40
30/01/2019	18.00	8.60	86.70	7.00
31/01/2019	19.80	7.40	83.00	2.40

**Tabla 25:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de febrero 2019.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		Total
01/02/2019	20.80	8.80	81.80	11.40
02/02/2019	17.80	8.50	81.60	1.20
03/02/2019	21.80	9.00	76.50	0.00
04/02/2019	20.00	8.50	71.00	0.00
05/02/2019	18.20	8.70	82.00	0.10
06/02/2019	22.00	7.30	72.30	0.00
07/02/2019	20.20	7.60	75.90	0.30
08/02/2019	20.50	8.00	80.60	2.20
09/02/2019	17.80	8.60	77.20	2.60
10/02/2019	19.20	7.50	82.10	0.00
11/02/2019	20.50	9.10	68.90	9.60
12/02/2019	17.80	8.40	80.00	8.30
13/02/2019	19.20	8.50	80.10	0.70
14/02/2019	21.50	8.20	77.70	1.20
15/02/2019	22.00	7.60	78.50	1.50
16/02/2019	23.10	8.22	74.20	13.90
17/02/2019	18.00	9.20	77.90	6.40
18/02/2019	18.40	9.20	79.00	0.90
19/02/2019	21.50	9.10	80.10	7.60
20/02/2019	17.40	10.60	87.40	3.00
21/02/2019	21.50	7.50	82.30	14.70
22/02/2019	22.20	7.50	74.80	0.20
23/02/2019	21.80	8.40	71.10	0.00
24/02/2019	22.00	9.40	77.00	1.30
25/02/2019	21.50	4.40	77.80	10.00
26/02/2019	21.20	5.00	74.00	17.50
27/02/2019	20.00	8.80	83.40	12.00
28/02/2019	18.00	8.50	76.70	0.00

**Tabla 26:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de marzo 2019.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día) Total
	MAX	MIN		
01/03/2019	17.00	5.50	83.40	0.00
02/03/2019	21.20	8.50	75.70	0.00
03/03/2019	22.20	7.80	75.70	0.00
04/03/2019	21.00	8.00	75.60	0.80
05/03/2019	22.40	5.80	79.60	15.10
06/03/2019	20.20	7.30	78.80	3.30
07/03/2019	21.70	7.60	76.20	0.00
08/03/2019	22.60	8.20	74.80	0.00
09/03/2019	22.10	5.50	69.40	0.00
10/03/2019	20.80	6.50	71.50	0.00
11/03/2019	22.50	8.00	70.90	34.00
12/03/2019	20.80	8.00	81.40	13.70
13/03/2019	18.80	9.50	78.30	4.20
14/03/2019	21.00	8.40	75.00	1.10
15/03/2019	19.10	9.80	85.20	6.80
16/03/2019	17.00	9.00	79.70	0.20
17/03/2019	19.00	7.00	82.50	3.20
18/03/2019	19.50	8.70	85.60	23.90
19/03/2019	21.20	6.40	83.70	0.00
20/03/2019	18.40	7.00	82.00	0.00
21/03/2019	21.40	8.20	80.60	9.20
22/03/2019	19.80	7.20	81.70	0.00
23/03/2019	22.20	7.80	78.60	14.10
24/03/2019	S/D	9.30	S/D	6.80
25/03/2019	19.50	8.80	79.20	2.80
26/03/2019	17.60	7.00	79.80	8.50
27/03/2019	19.00	7.70	83.10	22.60
28/03/2019	21.80	9.50	77.40	0.90
29/03/2019	17.20	6.00	81.40	0.00
30/03/2019	21.20	6.10	79.70	0.00
31/03/2019	23.20	5.80	74.20	0.00

**Tabla 27:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de abril 2019.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		Total
01/04/2019	22.00	6.50	78.60	0.00
02/04/2019	17.60	8.50	89.60	14.80
03/04/2019	20.10	8.50	79.90	7.80
04/04/2019	21.40	8.00	76.40	0.00
05/04/2019	22.60	2.10	78.50	0.00
06/04/2019	19.80	4.00	80.00	0.00
07/04/2019	22.20	5.50	78.40	0.00
08/04/2019	22.00	6.20	82.40	0.10
09/04/2019	22.50	6.80	75.20	2.70
10/04/2019	22.50	4.00	67.50	0.00
11/04/2019	22.70	2.00	72.90	0.00
12/04/2019	21.80	3.80	74.30	0.00
13/04/2019	23.20	4.50	73.90	0.00
14/04/2019	23.40	2.00	73.50	0.00
15/04/2019	22.40	3.50	77.70	0.00
16/04/2019	19.00	8.00	79.50	0.00
17/04/2019	22.80	3.20	77.30	1.30
18/04/2019	19.80	5.00	76.70	0.00
19/04/2019	19.60	4.60	77.90	0.00
20/04/2019	22.00	3.40	77.30	0.00
21/04/2019	22.90	2.80	77.70	12.20
22/04/2019	17.80	6.50	83.70	0.00
23/04/2019	19.20	5.20	79.40	0.00
24/04/2019	18.00	6.00	79.80	0.00
25/04/2019	18.60	4.50	82.80	0.00
26/04/2019	22.70	4.70	73.60	0.00
27/04/2019	20.80	5.20	77.70	0.00
28/04/2019	18.50	7.00	82.70	0.00
29/04/2019	20.50	5.00	75.80	0.00
30/04/2019	17.00	5.00	76.60	0.00

**Tabla 28:**

*Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación – Estación Meteorológica Principal K'ayra - 13°33'25"E, 71°52'31" W, 3219 m - Mes de abril 2019.*

Año / Mes / Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día) Total
	MAX	MIN		
01/05/2019	18.20	3.80	80.10	0.00
02/05/2019	23.40	2.30	73.50	0.00
03/05/2019	23.50	5.60	76.10	2.00
04/05/2019	21.50	3.50	75.70	10.90
05/05/2019	18.00	7.80	77.40	0.00
06/05/2019	22.40	7.20	77.90	0.00
07/05/2019	21.80	2.00	80.10	0.00
08/05/2019	21.60	2.30	76.20	0.20
09/05/2019	18.60	4.40	79.90	0.00
10/05/2019	22.70	1.00	72.90	0.00
11/05/2019	20.00	4.40	81.00	0.00
12/05/2019	19.20	5.00	82.40	0.70
13/05/2019	18.60	6.50	84.00	4.00
14/05/2019	20.80	6.20	81.10	5.40
15/05/2019	20.80	4.50	75.00	0.00
16/05/2019	21.20	6.20	75.30	0.00
17/05/2019	20.80	-0.20	72.50	0.00
18/05/2019	21.40	0.00	75.80	0.00
19/05/2019	22.60	-1.00	67.10	0.00
20/05/2019	20.20	-1.50	63.20	0.00
21/05/2019	22.00	-1.20	72.20	0.00
22/05/2019	19.50	-0.80	69.50	0.00
23/05/2019	21.00	1.60	69.60	0.00
24/05/2019	21.20	6.20	72.20	0.00
25/05/2019	20.00	1.20	74.00	0.00
26/05/2019	22.00	1.70	71.60	0.10
27/05/2019	22.80	0.00	76.10	4.90
28/05/2019	22.00	0.50	68.10	0.00
29/05/2019	22.00	0.30	67.50	0.00
30/05/2019	23.00	0.00	64.20	0.00
31/05/2019	23.50	0.00	69.80	0.00