

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE GRANO, FENOLOGÍA,  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, CONTENIDO DE  
AMINOÁCIDOS Y CONTENIDO DE SAPONINA DE TRES  
VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow)  
EN SAN SALVADOR – CALCA – CUSCO**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias **Elvis Quispe Mayta**, para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo.

**ASESORA:** Dra. Elisabet Céspedes Flórez

**PATROCINADOR:** Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA – FCA – UNSAAC)

**CUSCO – PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

*Con mucho amor y cariño a mis queridos padres Santos Quispe Ayala y Angélica Mayta Tarco, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional y sus grandes esfuerzos durante la ejecución y culminación de mis estudios, mostrándome el camino hacia la superación para hacer de mí una mejor persona.*

*Para mis hermanos Alexander y Cesar Juan quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis metas, quienes me conceden ese inmenso cariño, por el incesante apoyo y estímulo, sus grandes ánimos, con quienes siempre comparto momentos gratos, felices e inolvidables.*

*A mis familiares y parientes putativos quienes me brindaron su apoyo incondicional durante mi formación profesional.*

*A mis compañeros(as) y amigos(as) presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías, tristezas y a todas aquellas personas que durante los 5 años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.*

## AGRADECIMIENTO

Son numerosas las personas a las que debo agradecer por ayudarme en el logro de mi carrera, es poco el decir gracias, pero en el fondo de mi ser eternamente les estaré agradecido y siempre presto a tenderlos una mano cuando así lo requieran. Sin embargo, resaltare solo algunas de estas personas sin las cuales no hubiese hecho realidad este sueño tan anhelado como es la culminación de mi carrera universitaria.

- A mis padres, Santos Quispe Ayala y Angélica Mayta Tarco por su constante amor inexplicable para mi superación personal sin ningún interés material y sin importarles nuestras diferencias ni mis fallas me han apoyado y eso nunca lo olvidare, porque no todos tenemos la dicha de tener unos padres tan responsables y por eso no me cansare nunca de expresarle hoy y siempre que los amo con todo mi corazón.
- A la Dra. Elisabeth Céspedes Flores, por su asesoriamento y concederme su confianza en la elaboración de la presente tesis.
- Con eterna gratitud a mis docentes de la Universidad Nacional, San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias y en especial a todos los docentes de la escuela profesional de AGRONOMIA, quienes me guiaron mi formación profesional y personal.
- A mis compañeros de clases, en especial a mi grupo personal de trabajo de estudio: Jorge, Freud, Joulidza, Neysi Samira, Percy y Ever por ofrecerme siempre esa mano amiga en los momentos más difíciles de nuestra carrera, a pesar de nuestras diferencias, espero que siempre sean mis amigos, los extrañare mucho, los deseo los mejores éxitos durante sus vidas profesionales.

# ÍNDICE

CARATULA.....	1
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
RESUMEN .....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO .....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema .....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION.....	4
2.1. Objetivos.....	4
2.1.1 Objetivo general .....	4
2.1.2 Objetivos específicos.....	4
2.2 Justificación .....	4
III. HIPÓTESIS.....	6
3.1 Hipótesis general.....	6
3.2 Hipótesis específicos.....	6
IV. MARCO TEÓRICO .....	7
4.1 Etimología.....	7
4.1.1 Nombre común .....	7
4.2 Origen y distribución de la quinua .....	7
4.3 Importancia.....	8
4.4 Taxonomía de la quinua .....	9
4.5 Cultivo .....	9
4.5.1 Requerimientos del cultivo.....	9
4.6 Descripción morfológica .....	12
4.6.1 Aspecto general.....	12
4.6.2 Características botánicas. ....	13
4.7 Principales ecotipos en quinua .....	18
4.7.1 Quinua de los valles .....	18
4.7.2 Quinuas altiplánicas .....	18
4.7.3 Quinuas de los salares .....	19
4.7.4 Quinuas del nivel del mar .....	19
4.7.5 Quinuas de las yungas .....	19
4.7.6 Descripción del material utilizado. ....	20
4.8 Mejoramiento genético .....	22

4.8.1	Genética de la quinua.....	22
4.8.1.1	Fenotipo y genotipo.....	22
4.8.1.2	Herencia del color de la planta.....	23
4.8.1.3	Naturaleza de la variabilidad ambiental.....	24
4.8.1.4	Interacción genotipo medio ambiente.....	24
4.8.2	Métodos de mejoramiento más utilizados en quinua.....	26
4.8.2.1	Selección surco-panoja.....	26
4.8.2.2	Método de hibridación.....	27
4.8.2.3	Método de selección masal.....	28
4.8.2.4	Método de retrocruza.....	28
4.8.2.5	Método de inducción de mutaciones.....	29
4.9	Rendimiento.....	29
4.9.1	Factores de rendimiento.....	31
4.10	Saponina.....	31
4.10.1	Acción fisiológica de la saponina.....	32
4.10.2	Clasificación de saponinas.....	33
4.10.3	Formación de saponinas en la planta.....	33
4.10.4	Métodos de determinación del contenido de saponina, en granos de quinua.....	33
4.10.5	Eliminación de saponina.....	36
4.11	Fenología del cultivo.....	37
4.11.1	Germinación y emergencia.....	38
4.11.2	Dos hojas verdaderas.....	39
4.11.3	Cuatro hojas verdaderas.....	39
4.11.4	Seis hojas verdaderas.....	39
4.11.5	Ramificación.....	40
4.11.6	Inicio de Panojamiento.....	40
4.11.7	Panojamiento.....	40
4.11.8	Inicio de floración.....	41
4.11.9	Floración.....	41
4.11.10	Grano lechoso.....	41
4.11.11	Grano pastoso.....	42
4.11.12	Madurez fisiológica.....	42
4.12	Análisis bromatológico.....	42
4.12.1	Proteínas.....	43
4.12.2	Nutrientes y determinaciones de los análisis bromatológicos.....	44
4.12.3	Proceso de los análisis bromatológicos de alimentos.....	44

4.13	Análisis de aminoácidos.....	45
4.13.1	Aminoácidos.....	45
4.13.2	Métodos de análisis de aminoácidos en alimentos.....	47
4.13.2.1	Cromatografía en capa fina.....	47
4.14	Valor nutricional.....	48
4.15	Formas de consumo.....	50
4.16	Principales plagas y enfermedades.....	50
4.16.1	Qhaqo kuru.....	51
4.16.2	Panojero.....	53
4.16.3	Aves plagas.....	54
4.17	Enfermedades.....	56
V.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	58
5.1	Tipo de investigación.....	58
5.2	Periodo de estudio.....	58
5.3	Ubicación del campo experimental.....	58
5.4	Historia del campo experimental.....	60
5.5	Materiales equipos y herramientas.....	60
5.5.1	Material biológico.....	60
5.5.2	Materiales de campo.....	60
5.5.3	Equipos.....	61
5.5.4	Herramientas.....	61
5.5.5	Materiales y equipos de laboratorio.....	61
5.6	Métodos de la investigación.....	61
5.6.1	Muestreo y análisis del suelo.....	61
5.6.2	Diseño experimental.....	62
5.6.3	Características de las dimensiones del campo experimental:.....	62
5.7	Instalación y conducción del experimento.....	65
5.7.1	Actividades para la conducción del experimento.....	65
5.7.1.1	Selección de semilla.....	65
5.7.1.2	Preparación del terreno.....	65
5.7.1.3	Riego de machaco.....	66
5.7.1.4	Arado del terreno.....	66
5.7.1.5	Surcado.....	66
5.7.1.6	Replanteo del área experimental.....	66
5.7.1.7	Aplicación de abono orgánico (estiércol de corral).....	66
5.7.1.8	Siembra.....	68
5.7.1.9	Labores culturales:.....	68

5.7.2 Aspectos fitosanitarios.....	72
5.7.3 Cosecha.....	72
5.7.3.1 Corte o siega:.....	73
5.7.3.2 Emparvado:.....	73
5.7.3.3 Trilla:.....	73
5.7.3.4 Secado de tallos:.....	73
5.7.3.5 Zarandeo:.....	74
5.7.3.6 Aventado y/o limpieza del grano:.....	74
5.7.3.7 Evaluaciones:.....	74
5.7.3.8 Almacenamiento:.....	74
5.7.4 Características evaluadas.....	75
5.7.4.1 Altura promedio de planta a la cosecha.....	75
5.7.4.2 Longitud promedio del tallo.....	75
5.7.4.3 Diámetro de tallo principal.....	75
5.7.4.4 Longitud de panoja.....	75
5.7.4.5 Diámetro de la panoja.....	75
5.7.4.6 Peso de jipi por planta.....	75
5.7.4.7 Peso de jipi por parcela.....	76
5.7.4.8 Peso de kiri por planta.....	76
5.7.4.9 Peso de kiri por parcela.....	76
5.7.4.10 Peso de grano limpio por planta.....	76
5.7.4.11 Rendimiento de granos por parcela.....	76
5.7.4.12 Número de granos por gramo.....	76
5.7.4.13 Diámetro de grano.....	76
5.7.4.14 Contenido de saponina del grano de quinua por el método del índice de la espuma.....	77
5.7.4.15 Metodología de Evaluación de Saponina:.....	77
5.7.4.16 Observaciones fenológicas realizadas:.....	78
5.8 Método de evaluación en laboratorio.....	80
5.8.1 Análisis bromatológico.....	80
5.8.1.1 Procedimiento para el análisis de proteínas:.....	80
5.8.2 Análisis de aminoácidos.....	81
5.8.2.1 Metodología del análisis de aminoácidos:.....	81
5.9 Variables en estudio:.....	82
VI. RESULTADOS.....	83
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	121
VIII. CONCLUSIONES.....	137

IX. SUGERENCIAS .....	139
X. BIBLIOGRAFIA .....	140
XI. ANEXOS .....	145

## RESUMEN

El presente estudio titulado “**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE GRANO, FENOLOGÍA, ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS Y CONTENIDO DE SAPONINA DE TRES VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow) EN SALVADOR - CALCA - CUSCO**”, se desarrolló en el Distrito de San Salvador, Provincia de Calca, Departamento de Cusco a 3029 msnm.

Los objetivos propuestos en el trabajo de investigación fueron:

Evaluar el rendimiento de grano de tres variedades de quinua y un testigo, tres fueron del CICA “Centro de Investigación en Cultivos Andinos”: CICA – 17, CICA – 18, CICA – 127 y la variedad local, Amarilla Maranganí como testigo. Las variedades fueron evaluadas a partir de la época de siembra (02 de diciembre del 2017); determinar el comportamiento fenológico de las tres variedades de quinua en estudio, determinar el contenido de proteínas (bromatológico), aminoácidos y saponina.

Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales. Los resultados fueron procesados mediante el análisis de varianza (ANVA) y posteriormente la prueba Tukey.

El método de siembra empleado para el trabajo de investigación, fue en surco a chorro continuo. Con un distanciamiento entre surco a surco de 0.80 m y de planta a planta de 0.10 m, con una densidad de siembra de 125000 plantas/hectárea.

Se evaluaron: rendimiento de grano por hectárea, nivel de saponina, contenido de proteínas y contenido de aminoácidos. También se evaluó la fenología del cultivo consistente en: emergencia, 2 hojas verdaderas, 4 hojas verdaderas, 6 hojas verdaderas, ramificación, panojamiento, floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica para cada tratamiento.

Los rendimientos obtenidos fueron: CICA – 17 con 2.088 t/ha, CICA – 18 con 2.107 t/ha, CICA – 127 con 2.275 t/ha y el testigo Amarillo Marangani con 2.137 t/ha.

En cuanto a la fenología: CICA – 17 presento un periodo vegetativo de 155 días, y precipitación pluvial acumulada (PPA) de 448.4 mm. CICA – 18 presento un periodo vegetativo de 153 días, y precipitación pluvial acumulada (PPA) de 446.9 mm. CICA – 127 presento un periodo vegetativo de 151 días, y precipitación pluvial acumulada (PPA) de 446.9 mm y el testigo Amarillo Marangani presento un periodo vegetativo de 171 días, y precipitación pluvial acumulada (PPA) de 450.8 mm.

En cuanto al contenido de saponina en milímetros de espuma, la variedad local Amarilla Marangani (testigo) con 7.29 ml el cual presenta un alto grado de espuma, mientras que: CICA –17 con 6.65 ml, CICA – 18 con 6.46 ml y CICA – 127 con 6.41 ml, presentan menor grado de espuma en comparación de la variedad local.

En cuanto al **contenido de Proteínas**, la variedad: CICA – 17 con 15.62%, CICA – 18 con 16.42%, CICA – 127 con 22.59% y el testigo Amarillo Marangani con 15.50%; **contenido de Grasa, la variedad:** CICA – 17 con 6.20%, CICA – 18 con 6.42%, CICA – 127 con 6.55% y el testigo Amarillo Marangani con 6.80%; **contenido de Ceniza**, la variedad: CICA – 17 con 2.32%, CICA – 18 con 2.17%, CICA – 127 con 2.08% y el testigo Amarillo Marangani con 2.00%, **contenido de Carbohidratos**, la variedad: CICA – 17 con 65.68%, CICA – 18 con 64.53%, CICA – 127 con 58.50% y el testigo Amarillo Marangani con 65.91%; **contenido de Fibra**, la variedad: CICA – 17 con 6.24%, CICA – 18 con 6.10%, CICA – 127 con 6.02% y el testigo Amarillo Marangani con 6.60%.

En cuanto al contenido de Aminoácidos; se presenta los siguientes aminoácidos: Ácido Aspártico, Ácido Glutámico, Ceína, Histidina, Glicina, Treonina, Arginina, Alanina, Tirosina, Valina, Metionina, Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Lisina. Con contenidos distintos de aminoácidos (mg/100g) en cada variedad, haciendo un total de quince aminoácidos existentes en los granos de quinua.

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) es importante por su alto valor alimenticio, nutritivo, adaptación a diferentes pisos agroecológicos y suelos, generando gran interés entre los agricultores, empresas agroindustriales, instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales. En el Perú es producido por pequeños agricultores en una gran diversidad de las zonas agroclimáticas con sistemas tradicionales de producción, procesamiento, almacenamiento y distribución.

Este cultivo se caracteriza por su alta variabilidad genética, la misma que le confiere un amplio rango de adaptación climática, se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. de altitud, bajo distintos regímenes de humedad y temperatura.

Sin embargo, uno de los problemas más serios que enfrentan los productores de quinua del Distrito de San Salvador es la baja productividad del cultivo, especialmente debido al bajo rendimiento de grano. Por otro lado, debido al efecto del cambio climático que viene causando cambios en los comportamientos de los cultivos. Por estas razones se quiere evaluar nuevas variedades de quinua bajo condiciones de San Salvador.

El Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos, dentro de sus programas de investigación cuenta con diversas variedades obtenidas, entre ellos se tienen las variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127. Razón por la que el grupo de docentes investigadores del Programa de Investigación en Quinua del CICA, desarrollaron estas tres variedades de quinua con rendimientos de grano por encima de las 3 t/ha. Por lo que podría constituirse de suma importancia esta variedades tanto para el agricultor como para el consumidor, por lo que se plantea el presente trabajo de investigación: **COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE GRANO, FENOLOGÍA, ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS Y CONTENIDO DE SAPONINA DE TRES VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow) EN SALVADOR – CALCA – CUSCO.**

A fin de realizar la caracterización agrobotánica, la evaluación de rendimiento de grano, así como el comportamiento fenológico, el contenido de

saponina, análisis bromatológico y contenido de aminoácidos de las tres variedades de quinua en condiciones del Distrito de San Salvador de la Provincia de Calca de la Región Cusco, la cual contribuirá como una alternativa productiva para el agricultor de la zona.

El autor.

# **I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

## **1.1. Planteamiento del problema**

En la agricultura del Distrito de San Salvador, el cultivo de quinua es muy escasa, gran parte de las áreas de cultivo son realizadas con el cultivo de papa, Kiwicha y maíz. Estas pequeñas áreas cultivadas con quinua tienen bajo rendimiento de grano, ya que los productores no tienen el interés de cultivar este cultivo debido al bajo rendimiento.

El Programa de Investigación en Quinua, del Centro de Investigación en Cultivos Andinos, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (CICA – FCA - UNSAAC) ha obtenido variedades mejoradas de quinua, de las cuales se desconocen el rendimiento de grano, contenido de proteínas y de aminoácidos, así como el comportamiento de sus características agronómicas, contenido de saponina y fenología, bajo condiciones de San Salvador. Motivo por la cual no se le da el debido interés por parte de los agricultores para su cultivo.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuánto será el rendimiento de grano de las tres variedades de Quinua, sembradas bajo las condiciones del Distrito de San Salvador?

¿Cuál será el comportamiento fenológico de las tres variedades de quinua?

¿Cuál será el contenido de saponina de las tres variedades introducidas bajo las condiciones de San Salvador?

¿Cuál será el contenido de proteínas (análisis bromatológico) del grano de quinua, sembradas bajo condiciones de San Salvador?

¿Cuál será el contenido de aminoácidos del grano de las tres variedades de quinua?

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION**

### **2.1. Objetivos**

#### **2.1.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento de grano, fenología, análisis bromatológico, contenido de aminoácidos y saponina, de las variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en San Salvador – Calca – Cusco.

#### **2.1.2 Objetivos específicos**

1. Determinar el rendimiento de grano por parcela y hectárea de las variedades CICA - 17, CICA - 18 y CICA - 127 de quinua.
2. Determinar el comportamiento fenológico de las tres variedades de quinua CICA - 17, CICA - 18 y CICA – 127 bajo condiciones del Distrito de San Salvador.
3. Determinar el análisis bromatológico (contenido de proteínas) mediante análisis en laboratorio de las tres variedades de quinua CICA - 17, CICA - 18 y CICA – 127.
4. Determinar el contenido de aminoácidos mediante análisis en laboratorio de las tres variedades de quinua CICA - 17, CICA - 18 y CICA – 127.
5. Determinar el contenido de saponina por el método del índice de la espuma, de las tres variedades de quinua bajo condiciones del Distrito de San Salvador.

### **2.2 Justificación**

La investigación científica, es uno de los objetivos fundamentales de la universidad peruana. Razón por la que el CICA – FCA – UNSAAC, viene desarrollando variedades mejoradas de quinua, como respuesta a la escasez y demanda de alimentos; para una población en constante crecimiento que se ven obligados a buscar alternativas para mejorar la calidad de alimentación haciendo estudios de investigación, con el presente trabajo, donde será necesario determinar el rendimiento y productividad; esta información contribuirá para el desarrollo agrícola, favoreciendo económicamente al sector agrario y alimentación del agricultor, así como de la sociedad.

Estas variedades para ser difundidas entre los agricultores deben ser evaluadas con la finalidad de saber su comportamiento con respecto a rendimiento de grano, contenido de saponina y fenología. Razón por la cual el presente trabajo de investigación se justifica su conducción e instalación en la capital del Distrito de San Salvador, Provincia de Calca, Región Cusco. Por otro lado, es necesario realizar la evaluación inicial con respecto a las características agronómicas, dado que estas características son incididas por acción del medio ambiente, se hace necesario estimar los distintos caracteres agrobotánicos conducentes a una adecuada utilización en programas de mejoramiento, como también recomendar a la comunidad agrícola los resultados de un sistema de investigación de acuerdo a nuestro medio de investigación.

Determinar el comportamiento fenológico de las tres variedades mejoradas de quinua evaluadas es de importancia, cuyo conocimiento contribuirá en un manejo adecuado del cultivo, la información que se obtengan permitirá generar las recomendaciones de cultivo de dichas variedades en el distrito de San Salvador.

Conocer el contenido de saponina de los granos de quinua es muy importante, debido a que es un integrante de la calidad culinaria, por tanto es necesario evaluar cuál de las variedades de quinua evaluadas en la presente investigación, tiene el contenido de saponina elevado y cuál es el de menor contenido, al conocer esta información permitirá discriminar de mejor manera las variedades evaluadas.

Así mismo, es de suma importancia desde el aspecto nutricional conocer el contenido de proteínas y aminoácidos de las tres variedades en estudio. De esta manera seguir contribuyendo tecnologías a los agricultores como son nuevas variedades de quinua con mejor alternativa productiva para la zona.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis general**

El rendimiento de grano, las fases fenológicas, contenido bromatológico, aminoácidos y saponina de las 3 variedades de quinua, CICA 17, CICA 18 y CICA 127 serán diferentes sembradas en la capital del Distrito de San Salvador, Provincia Calca, Región Cusco.

#### **3.2 Hipótesis específicos**

**HE1:** El rendimiento de grano de las tres variedades de quinua es diferente bajo las condiciones de San Salvador.

**HE2:** El comportamiento fenológico de las tres variedades de quinua es diferente bajo condiciones de San Salvador.

**HE3:** El contenido bromatológico (proteínas) del grano de las tres variedades de quinua es diferente.

**HE4:** El contenido de aminoácidos en el grano de las tres variedades de quinua es diferente.

**HE5:** El contenido de saponina del grano de las tres variedades de quinua es diferente.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Etimología**

Toro (1963) menciona que la palabra quinua proviene de la voz quechua: Kiuna y jiura, nombres con que se conocía a esta planta en el antiguo Perú, a la llegada de los españoles sufrió su transformación en quinua o quinoa, nombre con el que actualmente se conoce.

#### **4.1.1 Nombre común**

Mujica (1997) indica que a pesar de que el nombre más extendido de esta especie es quinua, existen nombres comunes que varían con el idioma, así por ejemplo: en Quechua se le conoce como: Kiuna, Kiwina, parca, entre otros; en Aymara se le conoce como: supha, juaira, ayara; en Chibcha (Colombia) como: suba y pasca; en Mapuche (Chile) como: quinnua, quinua; en español como: quinua, quinoa, kinoa, trigo inca, arroz del Perú.

### **4.2 Origen y distribución de la quinua**

Medina (1995) indica, que el centro de origen de la quinua, es aquella con mayor diversidad de tipos, tanto de plantas cultivadas como de sus progenitores silvestres, todos los autores que han escrito sobre el origen de la quinua, están de acuerdo en considerar que es originario de los andes.

Mujica (1997) indica que esta especie ancestral se cultiva desde tiempos inmemoriales, y fue el alimento básico de los pueblos prehispánicos; entre los hallazgos que corroboran dicha afirmación, se tienen los granos de quinua halladas al norte de Chile en el complejo Chinchorro, cuya antigüedad fue calculada en 3000 años AC. Otro hallazgo de importancia que extiende aún más el tiempo de antigüedad hasta 5000 años AC, son los hallazgos realizadas en Ayacucho por el historiador Max Uhle.

Tapia (1999) menciona que la mayor variación de quinua es cultivada alrededor del lago Titicaca y entre el Cusco (Perú) y el lago Poopó (Bolivia).

Puma (1996) indica que la quinua es una planta exclusivamente sudamericana, cultivada desde épocas antiguas en las altas mesetas del Perú y Bolivia, de donde aparentemente se llevó a Chile, Colombia y Argentina.

Blanco, citado por Medina (1995) menciona que una segunda fuente de información para conocer el origen y distribución de este grano andino, es la tradición que existe en su consumo en Colombia, Ecuador Perú, Bolivia, norte de Chile y Argentina, tanto en la preparación de la gran diversidad de platos y bebidas, así como también en alimentos procesados. Se tienen platos tradicionales como la "lawa", sopa espesa de quinua; el "pesque", puré de quinua con grasa y leche; la preparación de chicha blanca etc. Sus hojas tiernas conocidas como "llipcha" se utilizan en ensaladas y las cenizas del tallo para la elaboración de la "llipta" o álcali, utilizado para masticar y/o chacchar las hojas de coca.

### **4.3 Importancia**

Puma (1996) indica que constituye un aporte de nuestra cultura para todo el mundo, según estudiosos, este cultivo viene cobrando cada vez mayor importancia por su diversidad y utilidad en países con fragilidad de sus ecosistemas, sumando a sus bondades nutricionales que satisface las necesidades de alimentación básica (seguridad alimentaria) del productor, además generando ingresos económicos por la venta de sus excedentes de producción.

#### 4.4 Taxonomía de la quinua

Según la clasificación y taxonomía propuesta por Juss y colaboradores citado por Céspedes (2009).

<b>REINO</b>	Plantae
<b>DIVISIÓN</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	Magnoliopsida
<b>SUB CLASE</b>	Caryophyllidae
<b>ORDEN</b>	Caryophyllales
<b>FAMILIA</b>	Amaranthaceae
<b>SUB FAMILIA</b>	Chenopodioideae
<b>GENERO</b>	Chenopodium
<b>ESPECIE</b>	<i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow
<b>NOMBRE COMUN</b>	Quinoa

#### 4.5 Cultivo

##### 4.5.1 Requerimientos del cultivo.

###### 1) Suelo.

León (2003) menciona que, en lo referente al suelo, la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso. Con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido medio de nutrientes, puesto que, la planta depende de los nutrientes aplicados al cultivo anterior, que es generalmente papa. La quinua se adapta bien, a diferentes tipos de suelos.

###### 2) pH.

León (2003) menciona que, la quinua posee un amplio rango de desarrollo, crecimiento y producción, a diferentes pH del suelo, de 6.5 - 8.5 y con 12 mmhos/cm. de C.E. La quinua prefiere para su buen desarrollo de un suelo franco, con buen drenaje, con alto contenido de materia orgánica, con pendientes

moderadas, un contenido intermedio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fosforo y poco de potasio.

### **3) Agua.**

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

### **4) Clima.**

Mujica (1997) menciona que, una temperatura media anual, de 10 a 18 °C y oscilación térmica de, 5 a 7 °C son los más adecuados para el cultivo. La planta soporta altas temperaturas, hasta más de 35 °C, pero no prospera adecuadamente. La quinua, por ser una planta muy plástica, y poseer una amplia variabilidad genética, se adapta bien a diferentes pisos agroecológicos y a diferentes climas: desde el desértico, caluroso y seco en la costa, hasta el frío y seco, de las grandes alto planicies Pasando por los valles interandinos, templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de las ceja de selva, con mayor humedad relativa, a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario, conocer que genotipos son adecuados, para cada una de las condiciones climáticas.

### **5) Precipitación.**

Zarate (2018) menciona que, la precipitación puede variar dependiendo de las áreas de cultivo, de 600 a 800 mm de lluvia en los andes Ecuatorianas, 400 a 500 mm de lluvia en el valle del Mantaro, 500 a 800 mm en la región del Lago Titicaca, y hasta 200 a 400 mm en regiones de producción al sur de Bolivia.

León (2003) menciona que, en cuanto a la precipitación es: optimo: 300 – 500 mm. y máximo: 600 – 800 mm.

## 6) Temperatura.

León (2003) indica que, la temperatura adecuada para la quinua, está alrededor de 7 – 15 °C, puede soportar hasta – 4 °C, en determinadas etapas fenológicas. Siendo más tolerante en la ramificación, y la más susceptible, es la floración y llenado de grano. La temperatura está influenciada por la altura, la inclinación, exposición del campo y la densidad del cultivo. Para una germinación adecuada y óptima, la temperatura mínima para la quinua, es de 4 °C. Las temperaturas mayores a 15 °C, causan pérdidas por respiración, traen el riesgo de ataques de insectos u hongos. La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas, provoca la formación prematura de la panoja y su maduración, lo que provoca bajos rendimientos.

Cuadro 01. Requerimientos de humedad y temperatura según los grupos agroecológicos de la quinua.

Grupo agroecológico	Precipitación	Temperatura mínima
Valle	700 – 1500	3 °C
Altiplano	400 – 800	0 °C
Salares	250 – 400	-1 °C
Nivel del mar	800 – 1500	5 °C
Yungas	1000 - 2000	7 °C

Fuente: Tapia (1999)

## 7) Heladas.

León (2003), menciona que, las heladas se presentan por temperaturas menores a – 4 °C, los cuales causan la ruptura del plasma, mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares de las plantas. Las heladas ocurren con mayor frecuencia en alturas elevadas, cuando hay cielo despejado, ausencia de viento y en las horas de la madrugada.

La resistencia de las quinuas frente a las heladas depende de:

- **Del estado fenológico:** La quinua resiste sin ningún problema heladas hasta – 5 °C por 20 días, excepto durante sus fases críticas, que son los primeros 60 días después de la siembra y la fase de la floración.

- **De la variedad:** Hay ecotipos de mayor resistencia a heladas, hasta  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y que después de los daños ocurridos, se recuperan con éxito a través de la producción de ramas secundarias.

### **8) Radiación.**

León (2003) indica que la quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. Los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para el cultivo de la quinua, ya que ello contribuye a una mayor actividad fotosintética.

### **9) Fotoperiodo.**

León (2003) manifiesta que, el fotoperiodo de la quinua es variable, esto depende de su origen:

Variedades que provienen cerca de la línea ecuatorial, son cultivos de días cortos, en dos aspectos de su desarrollo: Necesitan por lo menos 15 días cortos (menores que 10 horas de luz), para inducir la floración y también para la maduración de los frutos. Este cultivo desarrolla adecuadamente con 12 horas de luz por día, en el hemisferio sur, sobre todo en el altiplano Perú-Boliviano.

### **10) Altitud.**

Tapia (1979) manifiesta que, la quinua desarrolla y se adapta, desde el nivel del mar, hasta cerca de los 4,000 msnm. Las quinuas sembradas al nivel del mar, aumentan su periodo vegetativo, debido a la alta humedad, en comparación a la zona andina, observándose, que el mayor potencial productivo, se obtiene al nivel del mar; habiéndose obtenido hasta 6,000 Kg/ha, con buen sistema de riego y buena fertilización.

## **4.6 Descripción morfológica**

### **4.6.1 Aspecto general.**

Puma (1996) indica que, es una planta anual, que puede medir entre 1 metro y 3,6 metros de altura, según los ecotipos, las variedades y el medio ecológico donde se cultiven. Según el desarrollo de la ramificación, se pueden encontrar plantas; con un solo tallo principal- y ramas laterales muy cortas, en los ecotipos

del altiplano y plantas con todas las ramas de igual tamaño en los ecotipos de valle. Este desarrollo de ramas puede modificarse parcialmente según la densidad de siembra que tenga el cultivo.

#### **4.6.2 Características botánicas.**

##### **a) Cotiledones.**

CIRF (1981) indica que, durante el proceso de germinación, el alargamiento y desarrollo de la radícula, llega a su máxima extensión, al rededor del cuarto día. Luego se inicia, el alargamiento del hipocótilo. Bajo las condiciones- del Altiplano Boliviano- (12 °C), los cotiledones- emergen del suelo, al sexto día. Aunque la quinua se siembra superficialmente, a menos de un centímetro de profundidad, para facilitar la germinación; el hipocótilo- puede- alargarse, más de- 5 cm, para alcanzar la- superficie del- suelo.

##### **b) Raíz.**

Álvarez (1993) menciona que, la raíz es pivotante y vigorosa que puede llegar hasta 30 cm de profundidad. A partir de unos- pocos centímetros- del cuello, empieza a ramificarse- en raíces- secundarias y terciarias, de las cuales, salen raicillas, que- también se ramifican- en varias partes. La raíz de la quinua es fuerte. Excepcionalmente, se observa su vuelco de la planta por causas- del viento, excesiva- humedad posterior de un riego- o por su propio peso. La raíz puede sostener plantas de más de dos metros de altura.

Tapia (1997) indica que, la raíz de la quinua se origina, en la radícula de la semilla, es del tipo pivotante, poco ramificado al inicio y muy ramificado al final, la ramificación es del tipo monopódica, y se inicia a pocos centímetros del cuello de la planta, las raíces secundarias nacen a diferentes alturas de la raíz principal, la profundidad que puede alcanzar es variable desde 0,3 m hasta más de 2 metros, la longitud depende de la variedad cultivada, profundidad del suelo, altura de la planta, manejo agronómico y condiciones climáticas.

##### **c) Tallo.**

Mujica (1997) menciona que, el tallo de la quinua es de forma cilíndrico- a la altura del cuello, próximo- a la raíz y anguloso- en la región en donde se insertan

las ramas- y hojas, debido, a que las hojas- alternas, a lo largo de cada una de las cuatro- caras, tiene una hendidura- de poca profundidad, que abarca casi toda- la cara, extendiéndose de una- rama a otra. La altura del tallo es variable y depende de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo agronómico, puede alcanzar entre 0,50 a 2 m aproximadamente. Una característica fundamental del tallo de quinua es que siempre terminan en una inflorescencia. La corteza del tallo es firme y compacta, formada por tejidos fuertes lignificados; mientras que la textura de la medula, en las plantas jóvenes es blanda y de color blanquecino. Cuando el tallo se acerca a la- madurez es esponjosa- y hueca, de color crema- y sin fibras, aplastándose- fácilmente cuando se le aprieta con los dedos. El color del tallo es variable, depende mucho de la variedad cultivada, así por ejemplo: puede ser púrpura como en la variedad Pasankalla, blanco cremoso y con las axilas coloreadas en Blanca de Juli; colorada como la Kancolla; (el color varía de acuerdo a las fases fenológicas, se pueden diferenciar bien los colores en la floración).

CIRF (1981). La ramificación de la quinua es variable, puede ser monopódica (un solo tallo) o simpodica (de varios tallos), el tipo de ramificación depende básicamente de la variedad, aunque puede ser- parcialmente modificado por el manejo agronómico, especialmente- por la densidad y cuando se realiza la poda de la yema apical antes del inicio del panojamiento.

#### **d) Hoja.**

Álvarez (1993) menciona que, la hoja está formada- por el limbo y el peciolo. El limbo es polimórfico- en la misma- planta, siendo las hojas inferiores- de forma triangular o romboidal y las -superiores, lanceoladas. Las hojas jóvenes normalmente están- cubiertas por papilas que cubren también- los tallos jóvenes de las inflorescencias. Algunas- veces las hojas son brillantes y carentes de papilas.

El número de dientes de las hojas es uno de los caracteres más constantes, que varía según la variedad de 3 a 20 dientes- considerándose a estas últimas como hojas aserradas. Las hojas inferiores pueden medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho. Las hojas superiores son más pequeñas y pueden carecer de dientes, en su mayor parte. Las láminas presentan tres nervios principales que nacen del peciolo. Los peciolos son largos, finos, acanalados en su lado superior

y de un largo variable en la misma planta. Los que nacen directamente del tallo son más largos y los de las ramas primarias, más corta.

Tapia (1997) menciona que, el color de la hoja es variable desde coloraciones verde al rojo o púrpura, de acuerdo a la variedad, la inserción- de las hojas en el tallo, es de manera alterna, en cada nudo se- muestran de 5 a 12 hojas, de acuerdo a -cada variedad y la distancia existente -entre nudos es de 0,8- a 4 cm. El número de dientes- por hoja fluctúa de 2 a 14, dependiendo también de la variedad.

#### **e) Flores.-**

Puma (1996) menciona que, la flore de la quinua -son sésiles o -presentan pedicelos muy -pequeños, hasta de 5 mm de- longitud, son flores muy -pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro, como en todas -las Chenopodiáceas. Las flores están agrupadas -en glomérulos, cuyo número -por planta varía, cada glomérulo -puede estar formado -por 18 a 20 flores. Dentro de los glomérulos, las flores pueden -ser hermafroditas- (flores perfectas) o femeninas (pistiladas) y androestériles; las flores -hermafroditas, además de ser apicales sobresalen de las flores femeninas o pistiladas, que se -ubican en la parte inferior. Las flores presentan un perigonio formado por cinco piezas florales tepaloides, razón por la cual se conoce también como flores incompletas; el gineceo presenta un ovario elipsoidal con 2 a 3 ramificaciones estigmáticas, rodeado de un androceo conformado de 5 estambres, curvos, cortos y con el filamento corto. La antesis de las flores ocurre mayormente en las primeras horas de la mañana y del ápice a la base de una ramilla florífera. La primera en abrirse es la flor terminal hermafrodita y luego las pistiladas, estando la flor estaminada abierta de cinco a siete días. En general presenta 10 % de polinización cruzada.

**Biología Floral.-** Toro (1963) menciona que, la biología floral es un aspecto importante para la genética y mejoramiento de la quinua, la biología floral se estudió en 08 grupos de quinua, del banco de germoplasma de cultivos andinos (Blanco, Púrpura, Ayara, Mixtura, Quito, Anaranjado y Negra), y 05 variedades comerciales (blanco, Morada de Orurillo, Sajama, Kancolla y Blanca de Juli. (Llegándose a los siguientes promedios para la especie.

## Comportamiento de la Biología Floral de la Quinua:

Cuadro 02. Comportamiento de la biología floral de la Quinua

Biología floral	Promedio
Formación del botón floral.	47,49 días.
Duración de antesis.	14,49 días.
Duración de dehiscencia.	14,49 días.
Autogamia.	94,22 %.
Alogamia.	5,78 %.
Viabilidad del polen.	76,78 %
Flores pistiladas.	57,60 %.
Flores androestériles.	0,49 %.
Aberraciones flores.	2,48 %.

Toro (1963).

### f) Inflorescencia.

Zarate (2018), menciona que, las inflorescencias- pueden ser -glomeruladas, - amarantiformes, intermedias; una panoja típica está constituida por el eje central, ejes secundarios, ejes terciarios y pedicelos que lo sostienen a los glomérulos. La longitud de la panoja varía de acuerdo a los -genotipos, tipo de -quinua, distanciamiento- y densidad de -siembra, lugar en donde se -desarrolla la planta y condiciones de fertilidad del suelo. La panoja puede -ser de 30 a 80 cm de longitud, por 5 a 30 cm -de diámetro. El número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120 y el -número de semilla de 100 a 3000, encontrándose también panojas grandes que rinden hasta 500 granos de semillas. Tipos de inflorescencia:-

- **Glomerulada.-** Cuando las inflorescencias, forman- grupos de flores con pedicelos pequeños y juntos. Dando un aspecto apretado y compacto (racimo).
- **Amarantiforme.-** Cuando los glomérulos -son alargados, el eje central posee muchas -ramas secundarias y terciarias. En ellos se agrupan las flores formando masas bastante laxas. Se designa así por el parecido que presenta con la inflorescencia del genero *Amaranthus*.
- **Intermedios.-** Presentan características- de transición entre ambos grupos. El tipo de panoja está determinado genéticamente por un par de

genes, siendo dominante -el carácter glomerulado. Se denomina panícula por tener el eje principal más -desarrollado, del cual se origina ramas secundarias- según los ecotipos.

#### **g) Fruto.**

Zarate (2018) menciona que, el fruto es aquenio, constituido -por la semilla y perigonio. Este último, cubre a la semilla por completo y se despega con facilidad a la madurez, en algunos casos, puede -permanecer pegado al grano. El fruto es indehisciente en la mayoría de los genotipos cultivados. En tanto, los silvestres dejan caer la semilla a la madurez. La semilla es el fruto maduro sin el perigonio y presenta tres partes bien marcadas que son: epispermo, embrión y perispermo; el epispermo está formado- por cuatro capas: la principal es la capa externa, de superficie rugosa, quebradiza, el cual se desprende con facilidad al frotarla. En ella se ubica la saponina que- le confiere el sabor amargo al grano. El embrión formado por dos cotiledones y la radícula, constituye el 30% del volumen de la semilla y envuelve el -perispermo como un anillo; dentro del embrión posee la mayor cantidad de proteínas que alcanza del 35 al 40 % del total del grano, mientras que en el perispermo solo el 6.3 al 8.3 %; el perispermo es el principal tejido de reserva, está constituido principalmente por los granos de almidón

#### **h) Semilla.**

Oviedo (1990) indica que, la semilla de la quinua presenta forma variable, puede ser lenticular, elipsoidal, cónica o esférica; el tamaño también es variable, se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2 mm, por ejemplo en las variedades: Sajama, Salcedo-INIA e Illpa-INIA; de tamaño mediano cuando su diámetro fluctúa entre 1,8 a 1,9 mm, variedades como: Kancolla, Tahuaco, Chewecca y de tamaño pequeño cuando su diámetro es menor a 1,7 mm, ejemplo la variedad Blanca de Juli.

#### **Las partes de la semilla son las siguientes:**

- a) **Epispermo:** se encuentra ubicado bajo el pericarpio. Es una membrana muy delgada que cubre al embrión.
- b) **Perispermo:** es la capa formada por las sustancias de reserva y contiene pequeños granos de almidón. Su color es mayormente blanco.

- c) **Embrión:** El embrión, está conformado- por dos cotiledones, hipocótilo y radícula, esta última cubre- al perispermo en forma de anillo. Cabe preponderar que el embrión posee la mayor proporción- de la semilla (30 % de peso), mientras tanto en los cereales poseen solamente el 1 %. De allí el efecto del elevado valor nutritivo de la quinua.

#### **4.7 Principales ecotipos en quinua**

Tapia (1979) menciona que, se ha propuesto la diferenciación, de cinco grandes grupos de quinua, especialmente por su adaptación, a diferentes condiciones agroecológicas en los Andes:

Las quinuas de zonas mesotérmicas, como los valles interandinos, las quinuas del altiplano norte del Lago Titicaca que comparten Perú y Bolivia, con un corto período de crecimiento, las quinuas de los salares en el Altiplano sur de Bolivia, de halófilas, adaptadas a suelos salinos y con un mayor tamaño de grano, las quinuas de grano oscuro y menor tamaño, que se cultivan a nivel del mar en el centro y sur de Chile, las quinuas de los yungas o zona subtropical, en la vertiente oriental de los Andes en Bolivia.

##### **4.7.1 Quinua de los valles**

Tapia (1979) citado por Zarate (2018) menciona que, son propias de- los valles andinos, de 2000 a 3600 m.s.n.m., se cultivan -principalmente, en la parte central y norte del Perú. Son plantas de buen -desarrollo vegetativo, cuya altura oscila entre: 2 a 2,5 metros, pocos llegan a medir hasta 3.5 metros. Como las que se presentan en Urubamba (Perú) y Cochabamba (Bolivia). La mayor parte, son muy -ramificadas, con periodos vegetativos, mayores a los 220 días. Con rendimientos bajos, panojas de tipo -amarantiforme, muy laxa y semillas pequeñas. En este grupo, se presentan- fuentes de resistencia y/o tolerancia al mildiu- (*Peronospora spp*). Existen variedades- características como: la Blanca de Junín, Rosada de Junín y amarilla de Maranganí respectivamente.

##### **4.7.2 Quinuas altiplánicas**

Tapia (1979) citado por Zarate (2018) menciona que, se -desarrollan en áreas alrededor al lago Titicaca, a una altura aproximada de 3600 a 3800 msnm., pueden crecer también a mayor altura. Estos cultivos, se caracterizan por presentar buena resistencia a las heladas, son bajos en el tamaño, no

ramificados- (tienen un solo tallo y panoja -terminal, que es glomerulada densa), llegan a poseer alturas entre 1 a 2 metros, con periodo -vegetativo relativamente corto, con variables en tolerancia al mildiu y al ataque de insectos. Normalmente con -alto contenido de saponina, se posee quinuas; precoces como: Illpa - INIA y Salcedo - INIA; semi-tardías: blanca de Juli; tardías: como la kancolla, tahuaco, amarilla de Marangani.

#### **4.7.3 Quinuas de los salares**

Tapia (1979) citado por Zarate (2018) mencionan que, son plantas- de 1 a 1.50 metros. Con un tallo principal muy desarrollado, alto contenido de saponina y frutos con- los bordes afilados, adaptadas a suelos salinos, con pH alto (7.5 a 8) y prosperan bajo climas secos (300 milímetros de precipitación). Los granos- son amargos y poseen alto porcentaje de proteínas. Es característico del altiplano sur, de la variedad Real Boliviana, con semillas grandes (2.3 milímetros de diámetro), es la más conocida de la zona. Una variedad- comercial proveniente de esta zona: es la quinua Sajana, que se diferencia, por presentar granos dulces y de buen tamaño. Su periodo vegetativo varía aproximadamente, entre 154 y 170 días.

#### **4.7.4 Quinuas del nivel del mar**

Tapia (1979) citado por Zarate (2018) mencionan que, son aquellas que se siembran al sur de Chile. Son generalmente no -ramificados, presenta granos de color amarillo a rosados, y a su vez amargas. Son plantas de tamaño mediano, de 2 metros de altura, como en el Sur de Chile, en Concepción. Las quinuas, se caracterizan, por presentar un fotoperiodo largo. Estas quinuas, están mayormente adaptadas, a climas húmedos y con -temperaturas regulares. Sobre todo, a latitudes de los 40° latitud Sur. Los ecotipos más -sobresalientes son: Quechuco de Cautin, Picharan de Maule y Litu.

#### **4.7.5 Quinuas de las yungas**

Tapia (1979) citado por Zarate (2018) indican que, estas variedades están ubicados, en los valles interandinos de Bolivia, entre los 1500 y 2000 msnm. Estas plantas, poseen una coloración verde oscura, durante la floración. A la madurez, se tornan naranja. Las semillas son pequeñas, de color anaranjado, y alcanzan alturas de 2.20 metros.

Zarate (2018) indica que, están adaptadas a climas sub-tropicales, el cual les favorece, adecuarse a niveles más altos, de precipitación y calor. En el Perú se cultivan, las quinuas del Valle y de Altiplano.

Cuadro 03. Ecotipos y Variedades de quinuas, actualmente bajo cultivo en los andes del Perú.

<b>Variedad</b>	<b>Tipo</b>	<b>Color de grano</b>	<b>Sabor del grano</b>
Rosada de Junín.	Valle.	Rosado.	Semidulce.
Blanca de Junín.	Valle.	Blanco.	Semidulce.
Yanamarca.	Valle.	Blanco.	Semidulce.
Nariño.	Valle.	Blanca.	Dulce.
Amarilla Marangani.	Valle.	Amarillo.	Amarga.
Mantaro.	Valle.	Blanco.	Semidulce.
Huallhuas.	Valle.	Blanco.	Semidulce.
Huancayo.	Valle.	Blanco.	Semidulce.
Blanca de Juli.	Altiplano.	Blanca.	Semidulce.
Cheweca.	Altiplano.	Rosada.	Semi amarga.
Kcancolla.	Altiplano.	Blanca.	Semi amarga.
Tawaco.	Altiplano.	Rosada.	Semi amarga.
Wittulla.	Suni.	Roja.	Amarga.
Ccoittu.	Suni.	Gris/marrón.	Dulce.

Fuente: (Tapia, 1997).

#### **4.7.6 Descripción del material utilizado.**

**Amarillo Marangani:** Descrito por Mujica A. (1989).

Originaria de Marangani – Cusco. Seleccionada en Andenes - (INIA) y K'ayra (CICA - UNSAC). Planta erecta, poco -ramificada, de 180 centímetros de altura, con bastante follaje, de tallo grueso. La planta es de color verde oscuro característico. A la madurez, la planta es totalmente anaranjada, con periodo vegetativo tardío, de 160-180 días, con panoja glomerulada y grano grande, de color anaranjado (2,5 milímetros), con alto contenido de saponina y resistente al mildiu (*Peronospora spp*), de alto potencial de rendimiento, susceptible al -ataque de: Q'hona- Q'hona y a las heladas.

**CICA-127:** Descrito por Puelles (2016)

- ❖ **Tallo:** Erecto, anguloso, prominente, con un diámetro promedio de 1,70 centímetros y una altura de 173,69 centímetros. De color verde en crecimiento y a la madurez fisiológica, de color amarillo.
- ❖ **Panoja:** Diferenciada y terminal, de forma amarantiforme y compacta, de color verde, antes de la madurez fisiológica. A la cosecha de color anaranjado, con una longitud de 43,29 centímetros y diámetro de 7,84 centímetros en promedio.
- ❖ **Rendimiento:** Con 42,53 gramos de grano por planta, kírí con 50,18 gramos/planta y jipi con 26,90 gramos/planta.
- ❖ **Fruto:** De tamaño mediano, de 1,99 milímetros, de color amarillo, con 4,35 mililitros de contenido de saponina y 221 granos /gramo.

**CICA- 17:** Descrito por Puelles (2016)

- ❖ **Tallo:** Erecto, anguloso- y prominente. Con un diámetro promedio de, 1,86 centímetros, con una altura promedio de 176,31 centímetros, de color verde durante su crecimiento y a la madurez fisiológica, de color amarillo.
- ❖ **Panoja:** Diferenciada y terminal, de forma amarantiforme y compacta. De color verde, antes de la madurez fisiológica. A la cosecha de color anaranjado, con una longitud de 45,38 centímetros y diámetro de 8,57 centímetros en promedio.
- ❖ **Rendimiento:** Con 45,683 gramos de grano por planta, kírí con 48,070 gramos/planta y jipi con 32,577 gramos/planta.
- ❖ **Fruto.** - De tamaño mediano, de 2,10 milímetros, de color amarillo, con 3,99 mililitros de contenido de saponina y 241 granos /gramo.

**CICA-18:** Descrito por Puelles (2016)

- ❖ **Tallo:** Erecto, anguloso y prominente. Con un diámetro promedio de: 1,76 centímetros y una altura de 182,23 centímetros. De color verde en crecimiento, y a la madurez fisiológica, de color amarillo.

- ❖ **Panoja:** Diferenciada y terminal. De forma amarantiforme y compacta, de color verde antes de la madurez fisiológica, y a la cosecha de color anaranjado. Con una longitud de 40,48 centímetros y diámetro de 7,00 centímetros en promedio.
- ❖ **Rendimiento:** Con 37,31 gramos de rendimiento de grano por planta, kíri con un rendimiento de 55,01 gramos/planta y jipi con 22,30 gramos/planta.
- ❖ **Fruto:** De tamaño mediano, de 1,91 milímetros, de color amarillo, con 4,80 mililitros de contenido de saponina y 231 granos/gramo.

## 4.8 Mejoramiento genético

León (2006). Álvarez y Céspedes (2017), manifiestan que, el mejoramiento genético, se inicia en 1965, en la estación experimental de Patacamaya (Bolivia), Casi simultáneamente, también empezaron a desarrollar, trabajos de mejoramiento, en base a selecciones y adaptaciones, de diversos cultivares en las Universidades de: Cusco (UNSAAC), Puno, y el programa de cereales, de la Universidad Agraria La Molina.

Poehlman (1995) menciona que, el mejoramiento de las especies, es el arte y la ciencia, que permiten cambiar y mejorar la herencia de las plantas. Dicho mejoramiento se practica por primera vez, cuando el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas; por lo cual, la selección se convirtió, en el primer método de mejoramiento de las cosechas. El arte en el mejoramiento de las plantas, depende de la habilidad del Fito mejorador, para observar en las mismas, diferencias que pueden tener importancia económica.

### 4.8.1 Genética de la quinua

#### 4.8.1.1 Fenotipo y genotipo.

Cubero (2003) describe un ejemplo de fenotipo y genotipo de la siguiente manera: El individuo homocigoto para AA, tendrá sus flores rojas; aa las tendrá sus flores blancas. A la manifestación del genotipo, en forma de carácter visible

le llamamos (fenotipo). Así pues, a un genotipo AA, le corresponde un fenotipo “flor roja”, y al genotipo aa le corresponde un fenotipo “flor blanca”.

IICA (2005) afirman que, la expresión de los caracteres de una planta, es decir; aquello que se puede ver o medir- (peso, color, rendimiento, precocidad, resistencia), se llama fenotipo. El fenotipo, es el resultado de las influencias interactivas del genotipo (totalidad de los genes), y del ambiente.

Cubero (2003) menciona que, cuando varios genotipos se expresan de diferente manera, en distintos ambientes, se dice que hay interacción genotipo - ambiente. El genotipo, fija el potencial de la planta. Un mal manejo, o un clima desfavorable, no permiten aprovechar este potencial al máximo. Por otro lado, ni el mejor manejo, puede llegar a resultados buenos, si el genotipo, no ofrece el potencial suficiente. El genotipo, es la totalidad de los genes, que se encuentran en los cromosomas. Un gen, sometido a mutaciones en el transcurso de tiempo, puede tener diferentes estados. Estos estados se llaman alelos. Como la quinua es un tetraploide, en un gen puede tener en la misma planta 4 diferentes alelos del mismo gen, uno en cada uno de los 4 genomas. Los alelos, pueden ser dominantes, recesivos o aditivos. Si los 4 alelos de un gen son idénticos, la planta es homocigótica para éste carácter. Si un alelo o más son diferentes, la planta es heterocigótica, para éste carácter. El color rojo de la planta, es dominante sobre el color púrpura, y este a su vez, es dominante sobre el verde. La forma glomerulada de la panoja, domina sobre la forma amarantiforme.

IICA (2005) indica que, el carácter amargo del grano, es dominante con respecto al carácter dulce. Axilas pigmentadas es dominantes, con respecto a axilas normales. El grano normal, es dominante- sobre el grano Chullpi (perispermo cristalino). La fertilidad masculina, dominante con respecto a la androesterilidad. El color negro del grano, es dominante sobre cualquier otro color.

#### **4.8.1.2 Herencia del color de la planta.**

Tapia (1979) manifiesta que, las plantas de quinua, se pueden reunir en base a tres colores básicos: rojo, púrpura y verde. La planta roja, posee el tallo, las hojas y panoja rojos; la púrpura, posee este color, en las hojas apicales y la panoja,

aunque pocas veces, cuando están entrando a la madurez, se tornan amarillas; finalmente, la verde posee el tallo, las hojas y la panoja verdes.

#### **4.8.1.3 Naturaleza de la variabilidad ambiental.**

Álvarez y Céspedes (2017) mencionan que, los elementos físicos del medio ambiente: como el agua, suelo, los elementos nutritivos, la luz, la temperatura, la humedad atmosférica, etc. y los factores biológicos, constituidos por la presencia de malezas, patógenos, predadores, acción del hombre, etc. Razón por lo que el ambiente influye dentro de ciertos rangos en la expresión del fenotipo.

La mayoría de características, que tienen importancia económica como: adaptación, precocidad y rendimiento, son fuertemente influenciadas por el ambiente. Como el fenotipo, es la acción conjunta del genotipo y el ambiente. Se puede tener un mayor estimado de la variancia genética, si se descarta la variación ambiental.

#### **4.8.1.4 Interacción genotipo medio ambiente.**

Álvarez y Céspedes (2017) indican que, si la acción del ambiente, fuese similar para todos los genotipos, por ejemplo, si la fertilización nitrogenada, realizara el mismo incremento de rendimiento, en todas las líneas o genotipos de Kiwicha, se podría deducir ese efecto, en una sola variedad y aplicarlo, a todos los demás, esperando un efecto semejante, en todas ellas, sin embargo, ello no ocurre, debido al genotipo, el incremento de rendimiento de grano, en unos será mayor que en otros. Esto es un típico caso de interacción, fenómeno que es muy común, en la naturaleza y que hace que los genotipos, no respondan por igualdad, al efecto de los diferentes ambientes.

### **Características de la quinua involucradas en el mejoramiento genético:**

#### **1. Número cromosómico.**

Gandarillas (1979), León (2006) mencionan que, la quinua es una especie tetraploide, comprendido por, 36 cromosomas somáticas. Está integrado por 4 genomios, con un número básico de 9 cromosomas ( $4n = 4 \times 9 = 36$ ). Como dato

adicional, se tiene que el número de cromosomas de varias especies de *Chenopodium*, es de 18, lo que significa que la quinua, sería un tetraploide formado a partir de dos diploides.

## **2. Herencia de caracteres.**

Gandarillas (1979) menciona que, el color de las plantas, es un carácter de herencia simple. En cambio: el color de granos, es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco, un carácter recesivo. El tipo de inflorescencia glomerulada, es dominante con respecto al amarantiforme. La androesterilidad, es recesiva. El contenido de saponina, es heredable. Siendo recesivo el carácter dulce. La saponina está en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos, es muy variable, y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano, que el carácter amargo o contenido de saponina, estaría determinado por un simple gen dominante. Sin embargo, la presencia de una escala gradual de contenido de saponina, indicaría más bien su carácter poligénico.

## **3. Tipo de flor en la panoja.**

Gandarillas (1979) menciona que, en un mismo glomérulo de una panoja, pueden mostrarse flores hermafroditas o pistiladas, la dominancia de una de ellas, depende en mayor parte, de la variedad. Existen diversas variedades como: la variedad *Apelawa* (Boliviana), en la cual, solo existen, flores pistiladas o femeninas. Las flores hermafroditas, son fáciles de reconocer, además de ser apicales, sobresalen de las pistiladas, los cuales se encuentran en la parte inferior.

## **4. Tipo de polinización.**

Gandarillas (1979) indica que, la quinua, es una especie autógama, con un cierto porcentaje de alogamia. El porcentaje de cruzamiento, depende de la variedad, y de la distancia existente, entre las plantas con que se puedan cruzar, y oscila entre 2 % al 10 %.

## **5. Presencia de la androesterilidad.**

Gandarillas (1979) indica que, las plantas androestériles, son aquellas que, solamente poseen flores femeninas en su panoja. La androesterilidad es económicamente muy importante, especialmente en el mejoramiento por hibridación. La obtención de los híbridos, requiere- la eliminación de los órganos masculinos, una actividad tediosa y costosa, especialmente en especies con flores pequeñas, como la quinua. Sin embargo, cuando la planta es androestéril, la hibridación se facilita, y disminuye los costos del proceso. La androesterilidad, es frecuente en quinuas nativas, siendo la variedad androestéril más famosa como la quinua nativa Boliviana Apelawa.

## **6. Floración.**

Puma (1996). Gandarillas (1979) indican que, en los glomérulos, la floración se inicia, en la parte apical, y continua hacia la base. En cada glomérulo, se abren antes, las flores hermafroditas, y después, las femeninas. Cada flor está abierta de, 5 a 13 días. A partir de la apertura- de la primera flor, las demás flores se abren, dentro- de 15 días. Así, toda la fase de floración, de una panoja, se demora entre; 3 a 5 semanas. La máxima intensidad de la floración, es en días de fuerte sol, se presenta entre las 10:00 a 14:00 horas, es cuando, del 25 al 40 % de flores están abiertas, y cuando hay una fuerte y mayor radiación solar. Una floración de mínima intensidad, se da en horas de lluvia. El pistilo es receptivo, durante 2 horas.

### **4.8.2 Métodos de mejoramiento más utilizados en quinua**

#### **4.8.2.1 Selección surco-panoja**

Apaza (1999) menciona que, este método, consiste básicamente en seleccionar fenotipos, para evaluarlos posteriormente, por su genotipo. El procedimiento se inicia, con las colecciones de germoplasma, en el campo de los agricultores; estas colecciones son sembradas en bloques, de los cuales, se obtiene aproximadamente, 5000 plantas. En estos bloques de mejoramiento, las colecciones se autofecundan, generalmente, en número no menor a 100 plantas. En la campaña siguiente, se siembran las semillas provenientes, de las plantas autofecundadas, cada panoja se siembra, en surcos de 5 metros de

largo, en la cosecha, se puede recoger, todo o parte de los surcos más promisorios y uniformes. En la tercera campaña, se siembra la semilla proveniente, de las plantas seleccionadas con una repetición, a fin de evaluar, los caracteres agronómicos buscados. En la cuarta, campaña se debe realizar, las pruebas de rendimiento. En la quinta campaña, se realizan, las pruebas regionales y finalmente en la sexta campaña, se puede iniciar la distribución de la semilla en forma comercial.

Entre las variedades obtenidas por este método de mejoramiento tenemos: Kancolla (Puno 1990), Blanca de Juli y Cheweca (Puno 1992), Amarilla Maranganí INIA, Quillahuaman- INIA y Blanca de Junín mejorada INIA (Cusco 1992).

#### **4.8.2.2 Método de hibridación**

Gandarillas (1979). Álvarez y Céspedes (2017) mencionan que, el método de hibridación, permite combinar, las mejores características de las variedades parentales, gracias a este método, pueden obtenerse con relativa facilidad, variedades y líneas, que presenten, permisibilidad a heladas, plagas y enfermedades; así como: precoces, con buen rendimiento, y alta calidad del producto, especialmente con granos relativamente grandes, blancos, y bajo nivel de saponina. En la hibridación, se debe considerar, dos factores importantes: primero, la elección de los progenitores; se recomienda por ejemplo: que uno de los progenitores, debe ser escogido, de las variedades o líneas existentes en la zona, y que están adecuadamente adaptadas, a las condiciones locales; mientras que, el otro progenitor, puede proceder de otra zona, y ser elegida por sus buenas características.

El segundo factor a considerar, se refiere, al manipuleo del material hibridado, es decir, a la forma de selección más recomendada, del material segregante, a partir de la generación F<sub>2</sub>; la selección, puede ser individual o masal. Cuanto mayor sean las generaciones segregantes, mayor serán, las probabilidades de encontrar la combinación deseada; así mismo, cuanto mayor sea la complejidad de la herencia, de los caracteres a combinar, las poblaciones segregantes deberá estar constituidas, por un mayor número de individuos.

Entre las variedades logradas, por este método de mejoramiento, tenemos: illpa – INIA; resultado de la cruce, entre la variedad Sajama y Blanca de Juli, el cual fue liberado, el año de 1997 en Puno.

#### **4.8.2.3 Método de selección masal**

Álvarez y Céspedes (2017) indican que, este método se basa, en cultivar en forma masal, las generaciones de la F<sub>2</sub>, y a partir de la última, empezar una selección surco - panoja, para separar, las líneas más promisorias. Debido a que el grado de homocigosis, incrementa en cada generación, normalmente, en la F<sub>6</sub>, una gran proporción de las plantas, serán homocigotas, para la mayor parte de las características.

En este método de mejoramiento, toda la semilla proveniente de la F<sub>1</sub>, se mezcla y se siembra, en una parcela grande, de la cual, se logra una generación F<sub>2</sub>. La semilla proveniente, de esta última, se siembra en la misma forma, hasta obtener, la generación F<sub>6</sub>; a partir de la cual, se seleccionan las panojas, previa evaluación, para seguir la selección, por el método de la línea; la semilla proveniente de cada generación, se debe sembrar, en cantidad suficiente, para lograr una población, de unas 30 000 plantas.

El objetivo de este método de mejoramiento, es aumentar la proporción de genotipos superiores; la eficacia, depende del número de genes involucrados, y de la heredabilidad, este método, ha sido eficaz, para aumentar la frecuencia génica, en características, que son fáciles de observar, como: color de grano, altura de planta y precocidad.

#### **4.8.2.4 Método de retrocruza**

Gandarillas (1979) indica que, este método, es útil, para poder mejorar, una determinada variedad, que presenta, un gran número de características buenas, y uno, o dos deficientes; el objetivo de este método, es agregar, genes favorables, presentes en otra variedad; se realiza, mediante una hibridación inicial, entre ambas variedades, y posteriores cruzamientos, de las generaciones segregantes, con la variedad, a la cual se quiere incorporar, los genes favorables.

En cada retrocruza, solo intervienen, aquellas plantas, que llevan los genes a transferirse, de manera que, al finalizar el ciclo de retrocruzas, las plantas llevan incorporado, el gen o genes transferidos, en estado heterocigoto, mientras que,

los genes no transferidos, estarán en estado homocigoto. Practicando una autofecundación, seguida de una selección, se tiene individuos homocigotos, para los genes transferidos.

Álvarez y Céspedes (2017) mencionan que, la variedad que se desee mejorar por retrocruza, suele denominársele, progenitor recurrente, mientras que, la variedad de la cual se transfiere los genes, se le denomina, progenitor donante o no recurrente. La variedad obtenida por retrocruza, difiere de la variedad recurrente, o parental, solamente en los genes, que fueron transferidos de la variedad donante. Finalmente, el número de retrocruzas, es variable y depende, de los objetivos del fitomejorador.

#### **4.8.2.5 Método de inducción de mutaciones**

Gómez y Romero (1999) indican que, este método de mejoramiento, tiene varios objetivos: obtener- variedades precoces, reducir la altura de planta, cambiar el color del grano, y reducir el contenido de saponina. La inducción de mutaciones, se realiza, utilizando agentes mutagénicos, tales como: los rayos gamma, utilizado, a diferentes dosis, y un mutagénico químico, como el Azida de sodio.

#### **4.9 Rendimiento**

Valdivia (1997), León (2003) mencionan que, el rendimiento del cultivo de quinua, depende de varios factores: de la variedad, la característica del suelo, factores climáticos, y manejo agronómico. A nivel nacional, el rendimiento en grano limpio, fluctúa de 800 a 1400 kg/ha, en años buenos. Sin embargo, según el material genético, se puede obtener rendimientos, hasta de 3000 kg/ha. El rendimiento de kiri, también es variable, se dice que en promedio, puede llegar a los 5000 kg/ha; mientras que el Jipi, fluctúa entre 200 a 300 kg/ha.

El Kiri, está conformado por los tallos; y el Jipi, por pequeñas partes de hojas, y restos de inflorescencias (tépalos – perigonio - pedúnculos).

Gandarillas (1979) menciona que, entre algunos autores consultados, sostienen que, el rendimiento del cultivo de quinua, está muy relacionado, con: nivel de fertilidad del suelo, uso de abonos químicos, época de siembra, las variedades empleadas, control de enfermedades y plagas, la presencia de factores

climáticos adversos: como la presencia de heladas y granizadas. Así mismo, se sabe que, en condiciones experimentales, se puede obtener rendimientos por encima de 3000 kg/ha, siendo el promedio comercial, aproximadamente de 1500 kg/ha.

Podemos indicar que, los rendimientos en general, varían de acuerdo a las variedades, puesto que, existen unas, con mayor capacidad genética de producción, que otras. Varían también, de acuerdo a la fertilización, o abonamiento proporcionado, debido a que la quinua, responde favorablemente, a una mayor fertilización, sobre todo nitrogenada y fosfórica. También dependerá, de las labores culturales, y controles fitosanitarios oportunos, proporcionados durante su ciclo. En general, las variedades nativas, son de rendimiento moderado, resistentes a los factores abióticos adversos, pero específicas, para un determinado uso, y de mayor calidad nutritiva o culinaria.

Mujica y Canahua (1989) indican que, en lo que respecta, a la producción de materia fresca, obtenida a la floración, que servirá para uso como forraje, ésta varía desde 15 t/ha - hasta los 35 t/ha, siendo las quinuas de valle, las de mayor potencial, de producción de forraje verde, determinado por el mayor tamaño, cantidad de hojas y succulencia de la planta. En lo que respecta a la producción de materia seca, después de la cosecha alcanza en promedio a 16 t/ha (incluido grano, tallos y broza), pudiéndose obtener, en promedio 7,2 t/ha de tallos, 4,7 t/ha de broza (hojas, partes de inflorescencia, perigonios y pedicelos) y 4,1 t/ha de grano.

Cuadro 04. Algunos resultados de rendimiento de grano

VARIEDAD	RENDIMIENTO
Amarilla Maranganí.	4055 kg/ha.
Rosada de Junín.	2226 kg/ha.
Blanca de Junín.	4164 kg/ha.
La Molina.	2307 kg/ha.
Quillahuaman.	3593 kg/ha.

Fuente: Medina (1995)

#### **4.9.1 Factores de rendimiento**

Puma (1996) indica que, en cuanto al rendimiento, y los factores que afectan están relacionados, con: Variedad, fertilización, sistema de cultivo, labores de cultivos, suelo, -clima, etc., durante su ciclo vegetativo, obteniéndose rendimientos de 600 a 1800 kg/ha.

Apaza (1999) indica que, cuando el pH está entre: 4,5 – 5,5, las plantas sufren una marcada defoliación, y no así en el rango de: 6 - 9, manifestando por consiguiente, mayores rendimientos, tanto en grano, como en materia seca.

Rivero (1986) indica que, el rendimiento, varía de acuerdo al número de panojas, por unidad de área, número de granos promedio por panoja, y el peso promedio por panoja y el peso promedio por grano.

#### **4.10 Saponina**

Chávez (1992). Zavaleta (1993) indican que, las saponinas, son sustancias orgánicas, de origen mixto, provienen tanto de glucósidos Triterpenoides (de reacción ligeramente -ácida), como de esteroides, derivados de Perhidro 1,2 Ciclopentano - Fenantreno. Estas moléculas, se hallan concentradas, en la cáscara de los granos. Las saponinas, no tienen una fórmula química bien definida, por el origen dual anteriormente explicado, sin embargo, de manera general, -se puede sugerir, el siguiente esqueleto base:  $C_nH_{2n-8}O_{10}$  (con  $n \geq 5$ ). Las saponinas, son sustancias generalmente amorfas, inodoras, -raramente cristalizables, con fuerte sabor amargo. Son ligeramente tóxicas para los animales, y el ser humano, y por ello, deben ser eliminadas, antes del consumo del grano. Estos alcaloides, reciben el nombre de saponinas, por la naturaleza jabonosa que tienen, ya que, cuando son disueltas en el agua, y luego de ser agitadas, forman abundante espuma. Las saponinas, pueden disolverse en alcohol absoluto, y otros solventes orgánicos, las soluciones adquieren, una coloración blanca, a ligeramente parda. Las saponinas, tienen también, un poder emulsificante, puesto que, cuando son mezclados con productos insolubles en agua, y solubles en alcohol, generan emulsiones muy estables.

El contenido de saponina en quinua, es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica, en la primera membrana. Su contenido y adherencia

en los granos, es muy variable, y ha sido motivo, de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo, que confiere al grano.

Gandarillas (1979) menciona que, el carácter amargo, o contenido de saponina, estaría determinado, por un simple gen dominante. Sin embargo, la presencia de una escala gradual, de contenido de saponina, indicaría más bien su carácter poligénico.

Tapia (1999), menciona que, el nivel máximo aceptable de saponina, en la quinua, para consumo humano, varía entre 0,06 y 0,12 %.

Cuadro 05. Clasificación de las quinuas, según sus características del color del grano, contenido de saponina y tamaño del grano.

<b>Color</b>	<b>Contenido de saponina</b>	<b>Tamaño del grano</b>
1. Blanco.	Amargo.	Pequeño.
2. Blanco.	Amargo.	Grande.
3. Blanco.	Dulce.	Pequeño.
4. Blanco.	Dulce.	Grande.
5. Blanco.	Amargo.	Chullpi.
6. Mixtura.	Semiamargo.	Medianamente grande.
7. Rojo y púrpura.	Amargo.	Mediano.
8. Anaranjado y amarillo.	Amargo.	Mediano.
9. Kcoito.	Casi dulce.	Mediano.
10. Negro.	Amargo.	Mediano.

Fuente: (Tapia 1997).

#### **4.10.1 Acción fisiológica de la saponina**

Chávez (1992) indica que, en el organismo, las saponinas, ocasionan: dolor estomacal, náuseas, ligera- diarrea y problemas en la digestión. Puesto que la fase jabonosa, resultado de la mezcla con el agua, y al ser agitada, por los movimientos peristálticos de las vísceras, hace que se fracturen, las fuerzas de tensión superficial, de las fases líquidas, que participan en el proceso de digestión. Parte de estos tóxicos, también pueden ser asimilados, por el organismo, teniendo que pasar, por el hígado para ser biotransformados, en formas menos tóxicas, y de esta manera, propiciar un proceso de desintoxicación.

Las saponinas son, venenos protoplasmáticos, que generan alteraciones localizadas, en los lugares de administración; ejercen sobre la mucosa, una sensación quemante, y ocasionan abundantes secreciones. Cuando son inyectados, por vía subcutánea, paralizan los nervios motores y sensitivos, en forma similar que un veneno.

#### **4.10.2 Clasificación de saponinas**

Zavaleta, (1993) menciona que, la saponina producida por las plantas, puede clasificarse de dos maneras:

- a) **Saponina ácida.**- este tipo de saponina, presenta pH bajo. Son insolubles en agua, poco tóxicos, y pueden precipitar con Acetato - Plúmbico.
- b) **Saponina neutra.**- este tipo de saponina, presenta pH neutro. Son insolubles en agua, presentan propiedades -necrosantes y hemolíticas (es decir, pueden disolver, los glóbulos rojos), precipitan con el Acetato - básico de Plomo.

#### **4.10.3 Formación de saponinas en la planta**

Barreto (1986) menciona que, el lugar exacto de síntesis de la saponina, aún no está bien definido. Algunos autores, sostienen que esta síntesis, se desarrolla en las hojas, y desde allí se transporta, hacia los granos y se almacena como un producto de reserva; sin embargo, otros autores, sostienen que, la síntesis se desarrolla, a nivel del embrión de la semilla, y se almacena, en la cascara del fruto.

El contenido de saponina, es muy variable, en las diferentes variedades, y ecotipos, varía desde: 0.05 hasta 0.75%. Generalmente, las quinuas blancas y claras, presentan un nivel más bajo, que las quinuas de color acentuado. Esta característica, está determinada, aparentemente, por un simple par de genes.

#### **4.10.4 Métodos de determinación del contenido de saponina, en granos de quinua**

A pesar de que existen, varios métodos, para determinar el contenido de saponina, de los granos de quinua, los más importantes son los siguientes:

### **a) Método del índice de espuma.**

Koziol (1990) indica que, en los laboratorios de Latinreco, ubicados en Ecuador, se ha desarrollado y estandarizado, un método físico, para determinar las saponinas de la quinua, basado en su propiedad tensoactiva. Cuando se disuelven en agua y se agitan, las saponinas, dan una espuma estable, cuya altura, está correlacionada, con el contenido de saponinas en los granos. Las investigaciones, han consistido, en la elaboración de un estándar, y la estimación del contenido, mediante un método normal y otro rápido.

Según Koziol (1990), el procedimiento es el siguiente:

**Fundamento:** prácticamente, todas las saponinas contenidas en los granos, son solubles en agua, y pueden formar espuma, luego de ser agitado, estas soluciones acuosas, son coloidales y dializan difícilmente.

**Objetivo de la prueba:** determinar la altura de espuma, que se forma en el tubo de ensayo, en cada muestra evaluada.

#### **Procedimiento:**

- Pesar 0,5 gramos, de granos enteros de quinua, y colocarlos en un tubo de ensayo.
- Añadir 5,0 mililitros de agua destilada, y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro (o leer el reloj), y sacudir vigorosamente el tubo durante 30 segundos.
- Dejar el tubo en reposo, durante 30 minutos, luego sacudir otra vez, durante 20 segundos.
- Dejar en reposo, durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez, durante 30 segundos. Dar al tubo, una última sacudida fuerte, igual a las sacudidas, que se usan con termómetros orales.
- Dejar el tubo en reposo por 5 minutos, luego medir la altura de la espuma, al 0,1 centímetro más cercano.

## CÁLCULOS.

$$\begin{aligned} \text{mg saponinas/g peso fresco} &= 0,646 \times (\text{altura de espuma en cm}) - \\ &0,104 (1) \\ &(\text{peso de muestra en g}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ saponinas} &= 0,646 \times (\text{altura de espuma en cm}) - \\ &0,104(2) \\ &(\text{peso de muestra en g}) \times (10) \end{aligned}$$

Por ejemplo, si una muestra de quinua de 0,51 g dio una altura de espuma de 1,5 cm, los cálculos son:

$$\begin{aligned} \text{mg saponinas/g peso fresco} &= (0,646 \times 1,5) - 0,104 = 1,70 \\ &0,51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ saponinas} &= 0,646 \times (1,5) - 0,104 = 0,17 \\ &(0,51) \times (10) \end{aligned}$$

Por lo tanto, la muestra de quinua contiene 1,70 mg de saponinas por grano de peso fresco, o 0,17% de saponinas por peso.

### b) Método de cromatografía en capa fina

Según Barreto (1986), el procedimiento es el siguiente:

**Objetivo de la prueba:** identificar el color o colores, que indiquen, la presencia de saponinas en la cromatoplaque, y mediante una observación comparativa, identificar, aquellas entradas, que contienen menor contenido de saponina.

#### Procedimiento:

- Pesar 0,5 gramos de cada muestra, en la balanza de precisión.
- Vaciar a un frasco transparente, lavado y enjuagado con agua destilada.
- Identificar las muestras, con su clave respectiva.
- Añadir 10 mililitros de etanol al 70 %, en cada una de ellas, luego se deja remojando, durante cuatro días, agitando una vez por día.

- Después de este tiempo de macerado, decantar, quedando en los frascos, la parte sólida sedimentada, que posteriormente, al volatilizarse completamente el etanol.
- La solución decantada, contiene partículas finas de quinua, de esta se separa 5 mililitros, a otros frascos con su código respectivo.
- Colocar estas muestras, en la mufla, a una temperatura de 80° C, con la finalidad de evaporar completamente el etanol. Quedando como residuo, partículas finas de harina de quinua. Se agrega 0.5 mililitros de etanol al 70%, agitando de inmediato para lograr una mezcla homogénea.
- Con el material preparado anteriormente, se utiliza la técnica de la cromatografía en capa fina.

#### **4.10.5 Eliminación de saponina**

Zavaleta (1993), Tapia (1979) indican que, la saponina, es un factor limitante, para el consumo directo, y la industrialización de la quinua, debido a su sabor amargo y toxicidad. La eliminación de la saponina o desamargado, es un proceso obligatorio, en la mayoría de las variedades, sin embargo, existe en el mercado, algunas llamadas dulces, que son muy conocidas, tales como: Sajama en Bolivia y Kancolla, Cheweca, y Blanca de Junín en el Perú, estos granos, requieren apenas un sencillo lavado antes de su uso en forma directa.

Según los métodos empleados, la eliminación de saponina, puede llevarse a cabo, mediante los siguientes procesos:

##### **a) El proceso en húmedo.**

Nieto y Fisher (1993) mencionan que, es un método tradicional, empleado por campesinos, y amas de casa. Consiste en lavar sucesivamente el grano, haciendo fricción, con las manos o con una piedra; para eliminar el epispermo, que es la membrana rugosa, donde se aloja la saponina. A nivel industrial, este método, presenta dos inconvenientes: el elevado costo, de secar el grano, y la formación de espuma, que aún no se sabe cómo desechar.

Zavaleta (1993) indica que, es un proceso trabajoso y lento, que consume de 10 a 14 m<sup>3</sup> de agua, por tonelada de grano seco. Las aguas, son corrientemente

vertidas a cauces superficiales, con efectos ambientales muy negativos, para la fauna y la flora acuáticas. Los granos húmedos, deben ser secados de inmediato, a un costo elevado, de inversiones y energía, pues el lento secado al aire libre, causa elevadas pérdidas, por roedores y aves, al mismo tiempo que los expone, a pérdidas de calidad, por contaminación con polvo, y agentes microbianos.

#### **b) Proceso en seco.**

Zavaleta (1993), Tapia (1979) indican que, se usa el mismo principio, de las pulidoras de trigo. Primero el grano es golpeado contra paredes rugosas, para facilitar el desprendimiento de la cáscara; luego, el grano es friccionado, contra tamices, con la finalidad de separar, la capa más próxima. Finalmente, se eliminan los residuos, y el polvillo de la saponina. En general, los métodos secos, son -económicos, simples, y no causan contaminación, pero tienen el inconveniente, de ser relativamente ineficientes, eliminando sólo, el 80% de la saponina.

#### **4.11 Fenología del cultivo.**

Mujica y Canahua (1989) mencionan que, en diversos estudios, se ha considerado, que la quinua tiene comportamiento fenológico variable, en los diferentes ecosistemas andinos, factor que no ha permitido, potenciar adecuadamente, la producción de este cultivo. Además de las variedades seleccionadas, es importante reconocer, que existe un número elevado, de variedades tradicionales, que se cultivan, variando tanto en la arquitectura de la planta, como en período de crecimiento, coloración de la planta en general, tallo y grano.

La quinua, es una de las muchas especies, con mayor plasticidad genética, lo que ha permitido, producir quinua, desde el nivel del mar como: mono cultivo, asociado con maíz, en las zonas quechua (2500 - 3500 msnm.), como cultivo de rotación con la papa, en la zona suni (3600 - 3800 msnm.), y nuevamente como mono cultivo, en las áreas más altas de los Andes, alrededor del Lago Titicaca (3810 msnm.), en el mismo altiplano, a 3900 msnm., y en los salares, del sur de Bolivia (3600 msnm.). Eso hace que, el estudio del comportamiento fenológico de quinua, y su adaptación, a las diferentes condiciones climáticas de los Andes,

sea una de las aproximaciones, más importantes para desarrollar, la industria de la quinua.

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

La quinua presenta, fases fenológicas bien marcadas, y diferenciables, las cuales, otorgan identificar los cambios, que se presentan durante el desarrollo de la planta, se han determinado, doce fases fenológicas:

Emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro- hojas verdaderas, seis hojas verdaderas, ramificación, inicio de -panojamiento, inicio de floración, floración o antesis, grano lechoso, grano pastoso, grano vítreo y madurez fisiológica.

#### **4.11.1 Germinación y emergencia**

Lescano (1994), León (2003) mencionan que, la germinación de la semilla, puede ocurrir entre: 3 a 5 días, dependiendo de las características propias, de la semilla y de la humedad del suelo, durante la germinación, luego de la imbibición de agua, la radícula, reinicia su división celular, e inicia un proceso de elongamiento rápido, llegando a alcanzar, su máximo tamaño aproximadamente a los cuatro días, luego de ello, el hipocótilo, inicia su alargamiento, llevando consigo al ápice terminal (plúmula), se ha reportado, que el hipocótilo, puede alargarse por más de 5 cm, a pesar de ello, se recomienda sembrar las semillas a menos de 1 cm de profundidad.

La germinación, es la fase más sensible, con respecto a la humedad del suelo, puesto que, cuando existe alta humedad, la semilla no germina, y tiende a descomponerse, cuando existe poca humedad, la germinación se interrumpe o simplemente no germina.

La emergencia, suele ocurrir entre los 7 a 10 días, en esta fase, las plántulas emerges del suelo, y extienden las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en

el surco, plántulas en forma de hileras nítidas, el tiempo de emergencia varía, de acuerdo a la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, la semilla emerge, al cuarto o sexto día. Si existe poca humedad, la etapa puede prolongarse o simplemente, las plántulas pueden morir.

La quinua, en la fase de emergencia, presenta cierta resistencia, a la falta de humedad del suelo, sin embargo, esta resistencia, está asociada, en primer término, al tipo de suelo; así por ejemplo, se ha observado que, en suelo franco-arenoso, puede resistir aproximadamente, hasta 7 días. Está asociada también, al tipo de siembra; por ejemplo, la siembra al voleo, sin surco, es la menos resistente a la sequía, razón por la cual se utiliza poco.

#### **4.11.2 Dos hojas verdaderas**

Mujica y Canahua (1989) mencionan que, esta fase, se caracteriza por presentar plántulas, con dos hojas verdaderas extendidas, que ya poseen forma lanceolada o romboidal, y un par de hojas, que encuentra en la yema apical, en forma de botón foliar. Esta fase, se presenta normalmente entre los: 15 a 20 días, después de la siembra. Otra característica típica, de esta fase, es el crecimiento rápido de las raíces.

En esta fase, la planta, también es tolerante a la falta de agua, puede soportar de 10 a 14 días sin agua. En esta fase, ocurre el ataque de plagas cortadoras de plántulas, como los gusanos de tierra.

#### **4.11.3 Cuatro hojas verdaderas**

Lescano (1994). León (2003) indican que, en esta fase, se observa dos pares de hojas totalmente extendidas, el tercer, par aún está en forma de botón foliar, en el ápice del tallo, y aún están presentes, las hojas cotiledonales de color verde. En esta fase, empieza la formación, de yemas axilares del primer par de hojas, esto sucede, aproximadamente a los 25 a 30 días, después de la siembra. En esta fase, el cultivo tiene buena resistencia al frío, y a la sequía, pero puede existir, fuerte ataque de plagas comedoras de hojas, como los escarabajos de hoja (*Epitrix*, *Diabrotica*).

#### **4.11.4 Seis hojas verdaderas**

Mujica y Canahua (1989) mencionan que, esta fase se diferencia, por presentar plantas con tres pares de hojas verdaderas, totalmente extendidas, las hojas

cotiledonales se tornan de color amarillento. Se notan ya hojas axilares, desde el estadio de formación de botones, hasta el inicio de apertura de botones. Esta fase, ocurre aproximadamente, a los 34 a 47 días, después de la siembra, en la cual, se nota claramente, una protección del ápice vegetativo, por las hojas más adultas, especialmente, cuando existe baja temperatura y normalmente al anochecer.

#### **4.11.5 Ramificación**

Lescano (1994). León (2003) indican que, durante esta fase, se observa plantas con ocho hojas verdaderas, totalmente extendidas, con presencia de hojas axilares, hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales, se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota, la presencia de inflorescencia protegida por las hojas, sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días, de la siembra.

Durante esta fase, se efectúa el aporque, y la fertilización complementaria. Desde la fase de, cuatro hojas verdaderas, hasta esta fase, se puede consumir las hojas en sopas, en reemplazo a la espinaca. Durante esta fase, la parte más sensible al frío, es la zona por debajo del ápice, razón por la cual, cuando se presenta una helada tardía, el daño ocasionado es conocido como: colgado del ápice.

#### **4.11.6 Inicio de Panojamiento**

Mujica y Canahua (1989). León (2003) mencionan que, en esta fase, se observa que la inflorescencia, va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor de ella, aglomeración de hojas pequeñas, las cuales, van cubriendo a la panoja, en sus tres cuartas partes. Ello puede ocurrir aproximadamente, a los 55 a 60 días de la siembra, así mismo, se puede observar, amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas), y se produce, una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. Puede observarse, el primer ataque de *Eurysacca melanocampta*.

#### **4.11.7 Panojamiento**

Lescano (1994) menciona que, durante esta fase, es posible observar con claridad la inflorescencia, por encima de las hojas, notándose los glomérulos, que la conforman; así mismo, se puede observar, en los glomérulos de la base,

los botones florales individualizados, esto puede ocurrir, aproximadamente a los 65 a los 75 días, después de la siembra, a partir de esta etapa, hasta inicio de grano lechoso, se puede consumir las inflorescencias, en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo la coliflor.

#### **4.11.8 Inicio de floración**

Mujica y Canahua (1989) indican que, se conoce como inicio de floración, a la fase en la cual, la flor hermafrodita apical, se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir, a los 75 a 80 días, después de la siembra, en esta fase, es bastante sensible, a la sequía con helada; se puede notar en los glomérulos, las anteras protegidas por el perigonio, de un color verde limón.

#### **4.11.9 Floración**

Mujica y Canahua (1989), Lescano (1994) indican que, en esta fase fenológica, se presenta cuando el 50% de las flores, de la inflorescencia, se encuentran abiertas, puede ocurrir aproximadamente, a los 90 a 100 días, después de la siembra, las plantas en esta fase, son muy sensibles a las heladas, y granizadas. Se ha observado que, las temperaturas por debajo de menos 1 °C, puede afectar severamente la panoja.

Mujica y Canahua (1989), Lescano (1994) indican que, la floración de la quinua, debe observarse a medio día, cuando hay fuerte luminosidad solar, ya que en horas de la mañana, y al atardecer, se encuentra cerradas. Otra característica de esta fase, es el paulatino desprendimiento, de las hojas inferiores menos activas fotosintéticamente, se ha observado además, que cuando se presentan altas temperaturas, que superan los 38 °C, se produce aborto de flores. La presencia de veranillos, de 10 a 15 días, de duración, es beneficiosa en esta época, para una buena polinización; sea cruzada o autopolinizada, siempre y cuando, no se presentan heladas tardías.

#### **4.11.10 Grano lechoso**

Lescano (1994) menciona que, en esta fase fenológica, los frutos de los glomérulos, de la panoja, al ser presionados, entre los dedos, explotan y dejan salir un líquido lechoso, aproximadamente, ocurre a los 105 a 135 días, posterior

de la siembra, en esta fase, el nivel de humedad del suelo, es muy importante, cuando existe déficit hídrico, el rendimiento se reduce drásticamente.

#### **4.11.11 Grano pastoso**

Mujica y Canahua (1989) mencionan que, la fase de grano pastoso, es aquel en el cual, los granos al ser presionados con los dedos, presentan una consistencia pastosa, de color blanco, puede ocurrir aproximadamente, a los 135 a 160 días, posterior de la siembra, en esta fase, el ataque, de Kcona - kcona (*Eurysacca melanocampta*) y aves (gorriones - palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos, y consumiendo el grano. En esta fase, la necesidad hídrica del cultivo se reduce al mínimo.

#### **4.11.12 Madurez fisiológica**

Lescano (1994), Mujica y Canahua (1989) mencionan que, es la última fase fenológica, que se caracteriza, por la presencia de granos, que al ser oprimidos por las uñas, muestran resistentes a la penetración, aproximadamente, ocurre a los 160 a 180 días a más, posterior a la siembra, el contenido de humedad del grano, varía de 14 a 16%, el lapso comprendido, de la floración a la madurez fisiológica, viene a constituir, el periodo de llenado del grano. En esta fase, la presencia de lluvia, es perjudicial, porque hace perder la calidad y sabor del grano.

#### **4.12 Análisis bromatológico.**

Valcárcel (1994) indica que, los análisis bromatológicos, son la evaluación química de la materia, que compone a los nutrientes, pues etimológicamente se puede definir a la Bromatología como: Bromo, 'alimento', y logos, 'tratado o estudio', es decir, que la Bromatología, es la ciencia que estudia los alimentos, sus características, valor nutricional y adulteraciones.

En un mercado globalizado, la importancia de conocer la composición química de los alimentos, radica en el precio de estos, pues los fabricantes, venden y los productores pagan de acuerdo a la cantidad de proteína cruda (PC), grasa, minerales, etc.

#### **4.12.1 Proteínas**

Sanchinelli (2004) menciona que, las proteínas son compuestos cuya característica diferencial de los otros macronutrientes, es que son “nitrogenados”, conformados por cadenas de residuos aminoácidos. Las proteínas, tienen un contenido relativamente constante de elementos individuales: 50 - 55% Carbono; 5 - 8% Hidrógeno; 20 - 25% Oxígeno; 15 - 17% Nitrógeno; 1 – 3% Azufre; y 0.2-1.5% Fósforo. Como el contenido promedio de nitrógeno es de 16%.

Laurente (2016) menciona que, las proteínas son macromoléculas constituidas a partir de aminoácidos (AA) que desempeñan funciones diversas, todas ellas de extraordinaria importancia en los seres vivos. Los aminoácidos son las unidades estructurales básicas de las proteínas. Los aminoácidos que forman parte de las proteínas son  $\alpha$ -aminoácidos, es decir los que su grupo amino permanece unido al llamado carbono- $\alpha$ , denominado así por ser adyacente al grupo carboxilo.

Cervilla, N. S. et al (2012) menciona que la FAO ha señalado que una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón.

Cervilla, N. S. et al (2012) menciona que el contenido proteico de la quinua puede oscilar en un rango que va desde 7,47% a 22,08%, con un promedio de 13,8%; valor calculado sobre 77 determinaciones sin especificar las variedades que participaron de las mismas. Sin embargo, más importante que la cantidad, es la calidad de una proteína y esta depende de su contenido en aminoácidos esenciales y condicionalmente esenciales, es decir, aquellos que se vuelven indispensables en determinadas situaciones.

#### 4.12.2 Nutrientes y determinaciones de los análisis bromatológicos

<b>Nutriente</b>	<b>Determinación</b>
Agua:	HUMEDAD – MATERIA SECA (MS)
Carbohidratos estructurales:	FIBRA CRUDA (FC)
Carbohidratos solubles:	EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (ELN)
Lípidos:	GRASA CRUDA
Proteínas:	PROTEÍNA CRUDA (PC)
Minerales:	CENIZAS
Vitaminas:	No hay determinación

Fuente: Cervilla, N. S. et al (2012)

#### 4.12.3 Proceso de los análisis bromatológicos de alimentos

Según Valcárcel (1994), el procedimiento es el siguiente:

1. La muestra del alimento a analizar debe ser homogénea y representativa del lote del que fue extraída, pues uno de los errores comunes es enviar al laboratorio de bromatología una muestra no representativa;
2. La muestra se calienta durante más de 15 hrs a 100°C para determinar su HUMEDAD, y su complemento sería la MATERIA SECA (MS);
3. Posteriormente se incinera a 550-600°C y se obtiene, por diferencia, el porcentaje de CENIZAS;
4. Una segunda muestra igual de homogénea y representativa del mismo lote, se somete a un proceso químico de digestión, comúnmente el método Kjeldahl, para determinar el nitrógeno total en forma de amonio, es decir, la PROTEÍNA CRUDA.
5. Una tercera muestra igual de homogénea y representativa del mismo lote será sometida a una extracción de sus sustancias solubles como grasas, aceites, ceras y pigmentos, o GRASA CRUDA, mediante un disolvente orgánico, éter etílico o de petróleo;
6. Al producto de esta extracción se le somete a una digestión ácida y posteriormente una alcalina, y se obtiene el porcentaje de FIBRA CRUDA;

7. Finalmente al restar de un total de 100 los porcentajes obtenidos del proceso anterior, es decir, HUMEDAD, PROTEÍNA, FIBRA CRUDA, CENIZAS y GRASA CRUDA, obtendremos el EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO que representa los carbohidratos solubles.

#### **4.13 Análisis de aminoácidos.**

Skoog y Leary (1994) indican que los aminoácidos, péptidos y proteínas son componentes importantes de los alimentos. Por un lado proporcionan los elementos necesarios para la síntesis proteica. Por otro lado, los aminoácidos y péptidos contribuyen directamente al sabor de los alimentos y son precursores de los componentes aromáticos y las sustancias coloreadas que se forman mediante las reacciones térmicas y/o enzimáticas que ocurren durante la obtención, preparación y almacenamiento de los mismos.

##### **4.13.1 Aminoácidos.**

Sanchinelli (2004) menciona que los aminoácidos son la base de la estructura de las proteínas los cuales contienen un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ) unidos a un grupo R. Los aminoácidos comúnmente encontrados en las proteínas alimentarias son veinte, éstos se clasifican en esenciales o indispensables y no esenciales o no indispensables, incluso pueden existir los condicionalmente esenciales, los cuales dependen de la concentración de otros aminoácidos esenciales y se convierten esenciales en diversas condiciones clínicas o fisiológicas del ser humano. Se dice que los aminoácidos son esenciales debido a que la síntesis corporal no es suficiente para satisfacer las necesidades metabólicas y por lo tanto deben ingerirse como parte de la dieta.

Laurente (2016) menciona que nuestro organismo posee la capacidad de sintetizar el 80% del total de aminoácidos, mientras que el 20% restante se deben obtener mediante la ingesta directa a través de la dieta; por esta razón los aminoácidos se clasifican en no esenciales o de síntesis endógenas y esenciales u obtenidas mediante fuentes externas.

El aporte dietético deficitario de aminoácidos provoca alteraciones tanto físicas como mentales, entre ellas: reducción del metabolismo energético, alteraciones

en el sueño, fatiga crónica, alteraciones digestivas, defectos cutáneos, ansiedad y afectación emocional, obesidad, malnutrición y retención sanguínea de residuos tóxicos.

Cervilla (2012) menciona que según la FAO los aminoácidos de la proteína de quinoa se encuentran en la concentración adecuada para satisfacer los requerimientos de todos los grupos etarios y esto es lo que le otorga un elevado valor biológico.

Toledo (2016) menciona que el triptófano, la lisina y la metionina son los aminoácidos esenciales que representan mayores problemas para la nutrición humana, debido a que su carencia es típica en poblaciones que tienen difícil acceso a productos de origen animal, y en las cuales, los cereales o los tubérculos se convierten en la base de su alimentación. El déficit de aminoácidos esenciales afecta mucho más a los niños que a los adultos.

Cervilla, N. S. et al (2012) menciona que los aminoácidos esenciales deben suministrarse a través de los alimentos que integran la dieta, ya que nuestro organismo no tiene la capacidad de sintetizarlos. Ellos son: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina, triptófano y arginina, para los lactantes hay que considerar además la histidina.

Greenfield, H., Southgate, D. A. (2003) mencionan que en las bases de datos de referencia los aminoácidos se suelen expresar en mg/g de nitrógeno o en g/16 g de nitrógeno (alrededor de 100 g de proteínas), pero en las bases de datos de los usuarios es útil la expresión en mg/100 g de alimento.

Cervilla, N. S. et al (2012) menciona que la determinación de aminoácidos en alimentos permite extraer algunas conclusiones acerca de su composición; por ejemplo, la gelatina usada como espesante se diferencia rápida y sencillamente, de otros hidrocoloides (grasas vegetales, almidón, etc.), en función de su composición aminoacídica.

#### **4.13.2 Métodos de análisis de aminoácidos en alimentos.**

Según Cervilla (2012), el método de análisis de aminoácidos es el siguiente:

Preparación de la muestra: Primero, se quitan las diferentes capas protectoras del producto para poder tomar una muestra representativa. Se parten trozos de 0,5 - 1 cm y se cortan dichos trozos en pequeños cubos. Después se pasan por una trituradora varias veces hasta conseguir una mezcla homogénea. Se guarda en frascos limpios y secos para prevenir la pérdida de humedad. Se conserva en refrigeración de forma que evite su deterioro y cualquier cambio en su composición.

Los grupos amino de las proteínas reaccionan con DNFB (comúnmente llamado reactivo de Sanger, dinitrofluorobenceno, DNFB o FDNB), dando lugar a los derivados lisina-DNFB. Posteriormente se produce una hidrólisis ácida y la determinación en un analizador de aminoácidos de la lisina.

##### **4.13.2.1 Cromatografía en capa fina.**

Según Cervilla (2012), lo describe:

Una importante aplicación de la cromatografía en capa fina es la de servir como guía para el desarrollo de las condiciones óptimas para realizar separaciones por cromatografía de líquidos en columna. Proporciona una idea rápida de los aminoácidos mayoritarios existentes en la muestra. Las ventajas de este procedimiento son la rapidez y el bajo costo de los ensayos experimentales. De hecho, algunos cromatografistas son de la opinión de que los ensayos en capa fina deberían preceder siempre al uso de la columna. En la cromatografía de papel se pueden aplicar grandes volúmenes de muestra, lo que permite la elución posterior de un aminoácido en particular para su posterior purificación y análisis, factor que tiene gran importancia en la identificación de un constituyente desconocido de la muestra.

Antes de la realizar la cromatografía, es necesario eliminar las sustancias que interfieren, tales como proteínas, carbohidratos y sales, lo que puede hacerse con una resina de intercambio iónico. Los aminoácidos retenidos pueden eludirse a continuación añadiendo a la columna un pequeño volumen de amoniaco y lavando después con agua destilada.

La separación de los aminoácidos se basa en que éstos se reparten de modo diferencial entre la fase móvil y la fase estacionaria. Generalmente se realizan por el procedimiento ascendente: introduciendo el borde inferior de la placa cromatografía en el eluyente que será succionado por acción de las fuerzas capilares del recubrimiento de la superficie de la placa.

La identificación de un aminoácido se realiza comparando los valores de Rf (factor de retraso: cociente entre la distancia recorrida por el compuesto desde el origen y la distancia recorrida por el solvente desde el origen), con otros tomados como referencia, debiéndose utilizar al menos tres sistemas de disolventes distintos para establecer su identidad con un cierto grado de seguridad.

#### 4.14 Valor nutricional

Zarate (2018) indica que, la quinua en la actualidad, está tomando gran importancia, en la alimentación humana, por su alto valor nutritivo. Dado por el balance adecuado, de aminoácidos esenciales, especialmente lisina y metionina, que le confieren un alto valor biológico, buen contenido de vitaminas, alto contenido de calcio y hierro, considerado como un alimento casi perfecto, por su contenido, es un excelente sustituto de cualquier carne, y se asemeja a las cualidades de la leche.

Repo (1991) indica que, la importancia de las proteínas de la quinua, radica en la calidad de las mismas. Las proteínas de quinua, como también las de kañiwa, son principalmente del tipo albúmina y globulina. Estas, tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales, parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche.

Cuadro 06. Contenido de aminoácidos en los granos (mg de aminoácido/16 g de nitrógeno).

	<b>Quinua</b>	<b>Kañiwa</b>	<b>Kiwicha</b>	<b>Arroz</b>	<b>Trigo</b>
Ácido aspártico	7.8	7.9	7.4	8.0	4.7
Treonina	3.4	3.3	3.3	3.2	2.9
Serina	3.9	3.9	5.0	4.5	4.6
Ácido glutámico	13.2	13.6	15.6	16.9	31.3

Prolina	3.4	3.2	3.4	4.0	10.4.
Glicina	5.0	5.2	7.4	4.1	6.1
Alanina	4.1	4.1	3.6	5.2	3.5
Valina	4.2	4.2	3.8	5.1	4.6
Isoleucina	3.4	3.4	3.2	3.5	4.3
Leucina	6.1	6.1	5.4	7.5	6.7
Tirosina	2.5	2.3	2.7	2.6	3.7
Fenilalanina	3.7	3.7	3.7	4.8	4.9
Lisina	5.6	5.3	6.0	3.2	2.8
Histidina	2.7	2.7	2.4	2.2	2.0
Arginina	8.1	8.3	8.2	6.3	4.8
Metionina	3.1	3.0	3.8	3.6	1.3
Cistina	1.7	1.6	2.3	2.5	2.2
Triptófano	1.1	0.9	1.1	1.1	1.2
% N del grano	2.05	2.51	2.15	1.52	2.24
% proteína	12.8	15.7	13.4	9.5	14.0

Fuente. Repo (1991)

León (2003) indica que, la mayor importancia de la quinua, radica en el contenido de aminoácidos, que conforman su proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente, alta en proteínas, aunque supera en este nutriente, a otros cereales. Las leguminosas, presentan mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad. Siendo la quinua un grano de alto valor biológico.

Los valores nutricionales en 100 gramos, de granos de quinua, fluctúan en:

Humedad.	10.2% - 12%
Proteínas.	12.5% - 14%
Grasas.	5.1% - 6.4%
Cenizas.	3.3% - 3.4%
Carbohidratos.	59.7% - 67.6%
Fibra.	3.1% - 4.1%

León (2003) menciona que, el grano de quinua, además es rico en Fósforo y Calcio. Los valores nutricionales del grano de quinua, están en función a la variedad. Asimismo, el grano de quinua, en el pericarpio, contiene un glucósido de sabor amargo, llamado saponina, el mismo que se encuentra, en un rango de 0,015% en variedades dulces a 0,178% en variedades amargas.

La lisina, es uno de los aminoácidos, básicos e importantes de la quinua, además de estos aminoácidos, la quinua contiene vitamina A, como: el caroteno, Vitamina B, como la riboflavina, la niacina y la vitamina C, el ácido ascórbico; es rica en minerales, como: calcio, Hierro, Fósforo, y Potasio.

#### **4.15 Formas de consumo**

León (2003) menciona que, la quinua es un importante alimento, consumido casi a diario por los pobladores andinos, en forma de Quispiño, con sal, agua y cal (katahui) y cocinada a vapor, se le consume generalmente en el desayuno, reemplazando al pan, la quinua graneada, y las sopas

Son parte del almuerzo y la cena, las harinas de quinua son utilizadas en tortas, galletas y otros. El consumo de quinua en las familias campesinas, se realiza porque es un producto de alto valor nutritivo. Los granos de quinua dañadas (quebradas), de baja calidad, son utilizados en la alimentación animal, especialmente por aves de corral y los residuos como Jipi y Kiri en ovinos, vacunos y porcinos.

#### **4.16 Principales plagas y enfermedades**

León (2003) indica que, la producción y productividad de la quinua, es limitada por la acción nociva, de insectos plaga, estos dañan directamente, cortando plantas tiernas, masticando, y defoliando hojas, picando - raspando y succionando la savia vegetal, minando hojas, y barrenando tallos, destruyendo panojas y granos. Además, indirectamente las heridas provocadas, por el daño del insecto permitirá, la entrada de microorganismos y ocasionan enfermedades. Los insectos más importantes son: "Kcona - kcona" o "q'haqo - kuru" y "panojero" o ticuchi. Se estima que, las pérdidas ocasionadas, por los insectos, son alrededor del 35%.

Cuadro 07. Principales plagas de la quinua.

Daños	Nombre vulgar	Nombre científico
Cortadores de plantas tiernas.	Ticonas o ticuchis Gusanos de tierra.	<i>Feltia experta</i> <i>Spodoptera sp.</i> <i>Copitarsia turbata</i> <i>Agrotis ípsilon</i>
Minadores y destructores de grano.	Kcona - kcona Mosca minadora Oruga de hojas Polilla de la quinua Gusano minador	<i>Eurysacca melanocampta</i> <i>Liriomyza brasiliensis</i> <i>Hymenia recurvalis</i> <i>Pachyzancla bipunctalis</i> <i>Perisoma sordescens</i>
Insectos masticadores y defoliadores.	Acchu - karhua, Padre curo, Escarabajo negro Pulguilla saltadora	<i>Epicauta latitarsis</i> <i>Epicauta willei</i> <i>Epitrix subcrinita</i>
Picadores y chupadores.	Pulgones, kutti Piojo de las plantas Cigarritas, Laja, trips	<i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae.</i> <i>Frankliniella tuberosi</i>

Fuente: Ortiz y Zanabria (1997).

Bravo (1992) menciona que, durante el ciclo vegetativo de la quinua, se registra más de 18 insectos fitófagos, por consiguiente, considerando la relación, fluctuación de población, grado de infestación y el perjuicio económico que causan los insectos, se distinguen tres categorías, de insectos plaga: clave, ocasional y potenciales.

#### 4.16.1 Qhaqo kuru

Según Ortiz (1991), lo describe de la siguiente manera:

**Especie importante:** El nombre científico es: *Eurysacca melanocampta*, pertenece a la orden Lepidóptera y a la familia Gelechiidae, al estado larval, se le conoce como Kcona - Kcona o Qhaqo - kuru en quechua, que significa moledor o gusano frotador.

**Importancia:** Es una plaga clave de la quinua, debido a que se presenta todos los años, casi siempre, a alta densidad de población, y se encuentra distribuido, prácticamente en todas las zonas productoras de quinua. Ocasionan daños de

importancia económica; el perjuicio larval, se expresa en términos de pérdida en rendimiento del grano, aunque, el daño no siempre implica, perjuicio a la planta.

**Hospederos:** además de la quinua, esta plaga ataca también, quenopodiáceas silvestres.

**Morfología:**

**Adultos:** son polillas de hábitos crepusculares y nocturnos, color gris pardusco a amarillo pajizo y cuerpo cubierto con abundante escamas, tamaño aproximado de 9 mm. y con una expansión alar de 15 a 16 mm. Durante el día cuando es perturbado realiza vuelos cortos y bruscos.

**Huevos:** los huevos son epifitas, pequeñas y ovoides de color blanco cenizo, miden de 0.4 a 0.5 mm.

**Larvas:** las larvas son eruciformes, con cuatro estadios larvales, las recién eclosionadas, son diminutas de color blanco cremoso, las maduras miden de 10 a 12 mm de longitud y coloración variable de amarillo verdoso a marrón claro oscuro, con machas difusas de marrón oscuro a rosado, dispuestas en la región dorsal, semejándose a bandas lineales. Las larvas, cuando presienten o notan la presencia de algún predador en las panojas, inmediatamente descienden al suelo, a través de un hilo delgado transparente, elaborado por la misma larva; se asemeja a la tela de araña.

**Pupas:** las pupas son obtéctas, miden de 6 a 8 mm de color marrón claro a bruno, empupan en el suelo, y ocasionalmente en panojas, de plantas con madurez fisiológica o en parvas.

**Ciclo de vida:** El ciclo de vida varía de 75 a 83 días, con dos generaciones traslapadas por ciclo estacional. Generalmente, el cuadro de vida en los diferentes estados de desarrollo, no es constante, está condicionada por características intrínsecas, inherentes a la especie y características extrínsecas del medio físico, en este último, el clima como factor densidad - independiente (limitativo o favorable) tiene acción directa en el ciclo vital.

**Daños:** El efecto nocivo de esta plaga, se presenta al estado larval. Las larvas de la primera generación, minan hojas, pegan hojas y brotes tiernos, destruyen inflorescencias en formación, en cambio, larvas de segunda generación: destruyen inflorescencias formadas, granos lechosos, pastosos y maduros, esta última generación, alcanza una tasa de crecimiento porcentual de 30 mm a 35 mm, habiéndose registrado, 150 larvas en una panoja por planta. Durante la

cosecha, disminuye los rendimientos en calidad y cantidad del grano en un 50%. Los ataques son más intensos, en periodos de sequía y con temperaturas relativamente altas (veranillos).

**Control:** La reducción de las densidades de población larval, requiere la integración de varios métodos de control compatibles con el equilibrio ecológico del agro ecosistema quinua, estructurados básicamente en el control cultural y complementados con el control biológico natural, sin embargo, si los Umbrales de Daño Económico así lo permiten se puede recurrir al control químico. Entre los métodos de control más recomendado tenemos:

**Control cultural:** se debe fundamentar en una buena preparación del suelo para destruir pupas invernantes, eliminación de plantas hospederas alternantes (quinuas silvestres), desahíjes adecuados, cosecha oportuna y manejo racional en poscosecha, eliminar todas las malezas del cultivo, porque estas sirven de refugio cuando hay presencia de aves.

**Control biológico:** Los enemigos naturales, especialmente los parasitoides como factores densidad-dependiente es muy importante en el control natural. Especies de *Copidosoma* visualizan un futuro muy interesante para implementar un control biológico aplicado, sin embargo, en forma generalizada el grado de infestación de parasitoides en la sobre vivencia de *E. melanocampta* larval es de nula a ligera aparentemente, durante la interacción hospedero-parasitoide la respuesta funcional y numérica no es eficiente, además, los parasitoides son más vulnerables al clima e insecticidas.

**Control químico:** el uso de insecticidas debe ser en forma selectiva, racional, oportuna y focalizada, en criterios de manejo integrado de insectos plaga en quinua, si el Umbral de Daño Económico es de cinco a seis larvas por panoja.

#### **4.16.2 Panojero.**

Según Ortiz (1991), lo describe de la siguiente manera:

**Especie importante:** el nombre científico es *Copitarsia turbata* H.S, pertenece a la orden Lepidóptera y a la familia Noctuidae, El adulto es una mariposa mediana de color castaño grisáceo y de hábitos nocturnos. Las larvas son polífagas de coloración variable desde verde claro a azul oscuro, amarillo pálido a gris oscuro y de marrón a negro azulado, poseen gran capacidad de migración hacia los cultivos vecinos.

**Daños.** El “panojero” es perjudicial en ciertas campañas agrícolas, la densidad poblacional larval está relacionada con las variaciones del clima. Inicialmente las larvas se comen entre ellas (canibalismo) y los sobrevivientes son cortadores de plantas tiernas, los adultos son detonadores y destructores de panojas. En infestaciones altas se han registrado seis larvas por planta (panoja), causando daños en el rendimiento de la quinua en un 35 a 40 %.

**Control.** El control integrado como fundamento ecológico debe abarcar el control cultural, control etológico, control mecánico y el uso selectivo de insecticidas (como último recurso).

**Control cultural:** Realizar las recomendaciones dadas para “Kcona kcona”.

**Control etológico** Usar trampas de luz para capturar mariposas y evitar la postura huevos.

**Control mecánico.** Revisar periódica y oportunamente las plantas, si la infestación es baja, recoger manualmente las larvas para destruirlas posteriormente.

#### **Control químico**

Cuando se registra tres larvas por panoja, usar selectivamente insecticidas de contacto en forma o en desmanche. Además, los cultivos no infestados se pueden proteger con barreras o zanjas marginales que contengan insecticidas formulados en polvo.

#### **4.16.3 Aves plagas**

Álvarez (1993) menciona que, se le puede considerar como una plaga, porque estas atacan a las plantas, en las últimas fases fenológicas, especialmente, cuando el grano está, en estado lechoso, pastoso o en plena madurez, fisiológica; estas aves, ocasionan la caída del grano de la panoja, este ataque es más notorio, en las variedades dulces, el nivel de daño, puede llegar entre 30 a 40% de la producción. Se recomienda el control, mediante la colocación de espanta - pájaros, águilas - disecadas, plásticos de colores.

Las aves silvestres solas, en pequeños grupos, o en grandes bandadas, también compiten con el hombre andino, por alimento, para sobrevivir, las más importantes son: palomas, “q’ello - pesq’o”, “p’ichitanka”, “oq’e - pesq’o”, “luli”, phurunkuto y urpi. De todas estas aves, lo que más daño causa, son las palomas,

porque estas rompen las panojas, y tallos, en la cual la panoja es embarrada con tierra.

Estas, tiene gran capacidad de dispersión, solitaria o gregaria (migración en grupos), en busca de alimento, pareja, refugio y otras propias para perpetuar su especie. Estas aves empezaron a comer quinua, por sobrevivencia, porque antes comían insectos, pero estos insectos están desapareciendo por el uso excesivo de productos químicos. Estos productos químicos matan a todos los insectos, por tanto altera la cadena trófica.

Los pájaros, causan mucho daño, a los cultivos de quinua. No sólo se alimentan de los granos de la panoja, sino que ocasionan, la caída de un gran número de granos. El ataque es muy notorio, siendo las variedades dulces las más susceptibles. Las pérdidas alcanzan al 30 - 40% de la producción.

Las aves también, ocasionan daños en los últimos períodos vegetativos de la planta (estado lechoso, pastoso y madurez fisiológica del grano). Se alimentan de los granos, en la misma panoja, al mismo tiempo que, ocasionan la caída de un gran número de semilla por desgrane o ruptura de los pedicelos de los glomérulos.

### **Daños**

Álvarez (1993) menciona que las aves plaga, ocasionan daños, en los últimos periodos vegetativos de la planta (maduración del grano), se alimentan de granos, de la misma panoja, provocan caída de granos y contaminan con sus excrementos los granos de la panoja, además, durante la siembra, se comen los granos sembrados, disminuyendo la densidad. Es difícil obtener una cifra precisa, de las pérdidas que producen, se estima que en cosecha afecta la producción en un 30 a 40%.

### **Control.**

León (2003) indica que el principio ecológico para el control de aves debe ser específico sin embargo, este concepto debe abarcar técnicas de ahuyentamiento, técnicas preventivas y técnicas letales.

### **Técnicas de Ahuyentamiento.**

León (2003) indica que comprende el uso de espantapájaros, águilas disecadas, plásticas de color colgadas en plantas grandes o desarrolladas, silbato, resonancia de latas, y uso de cintas fonográficas o de video.

### **Técnicas preventivas.**

León (2003) indica que solo es factible para pequeños superficies de cultivos, incluye la exclusión mecánica o modificación inadecuada del lugar y evitar daños de aves silvestres.

### **Técnicas letales.**

León (2003) menciona que el método temporal combinado de muerte y ahuyentamiento, se basa en el uso de armas de fuego (escopetas) y trampas con cebos adyacentes. El control de plagas avícolas con productos químicos letales actualmente, está alcanzando considerable difusión en las últimas décadas.

## **4.17 Enfermedades.**

CIRF (1981) menciona que, en el Perú, García (1947) fue el primero en describir, una enfermedad en la quinua. Detectó la presencia del hongo *Peronospora farinosa*, cuyo ataque se conoce como: mildiú en los departamentos de la Libertad y Cusco, constituyendo una de la enfermedades, que más afecta al quinua, hongo que produce, lesiones en la hoja, el tallo y panoja. Que se manifiestan en forma de ampollas coloreadas, manchas más o menos pronunciadas, la panoja presenta, un oscurecimiento, como si se tratara de una infección virótica; pero en general, el “mildiu” no afecta el rendimiento. El control se puede realizar, utilizando variedades resistentes, o menos susceptibles a esta enfermedad, con distanciamientos adecuados entre surcos.

CIRF (1981) indica que, entre las enfermedades causadas por hongos, también se puede enumerar:

**Mancha foliar.**- causada por *Ascochyta – hyalospora*, produce en las hojas, manchas más o menos circulares, de color pajizo en el centro y marrón en los bordes. En el centro de la mancha, se observan puntitos negros, que son los picnidios, del agente causal. Las hojas afectadas, generalmente se caen, sobre

todo, las que se encuentran en la base de la planta, dejando parte del tallo, defoliado. En los tallos, las manchas son alargadas, y tienen las mismas características que en las hojas, o sea, borde marrón, y centro pajizo, donde se encuentran, los picnidios del patógeno. También se han encontrado, picnidios en las semillas.

**Podredumbre marrón del tallo y la panoja.**- causada por *Phoma* - *exigua* var. *Foveata*, produce numerosas lesiones individuales, y coalescentes, que se caracterizan por su color marrón oscuro y bordes grisáceos, con los típicos picnidios en el centro de la mancha. Aparentemente, el patógeno reblandece el tejido, porque las plantas afectadas tienden a doblarse. El tallo en las zonas afectadas, presenta coloración negruzca.

Cuadro 08. Principales enfermedades, sus síntomas y control

Enfermedad	Microorganismo	Síntomas	Control
Mildiú.	<i>Peronospora farinosa</i>	Manchas en hojas y tallos, primero verde claro, después amarillas.	Variedades resistentes Fungicidas cúpricos
Mancha foliar.	<i>Ascochyta hyalospora</i>	Manchas necróticas en hojas.	Semilla desinfectada
Podredumbre marrón del tallo.	<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveata</i>	Lesiones color marrón en tallo y panojas.	Drenaje, cambio de rotación
Mancha ojival del tallo.	<i>Phoma</i> sp.	Lesión ojival en tallo.	Variedades resistentes
Mancha bacteriana.	<i>Pseudomonas</i> sp.	Manchas irregulares humedecidas en tallos y hojas al inicio. Luego marrón oscuro con lesiones profundas.	Control de semilla

Fuente: León (2003).

## **V. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **5.1 Tipo de investigación.**

El de tipo de investigación utilizada en el presente trabajo fue descriptivo y experimental.

### **5.2 Periodo de estudio.**

Campaña agrícola 2017 - 2018

### **5.3 Ubicación del campo experimental.**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el sector Hualhuacsiquin del centro poblado Distrito de San Salvador, provincia de Calca, Región Cusco.

#### **5.3.1 Ubicación política:**

**Región:** Cusco

**Provincia:** Calca

**Distrito:** San Salvador

#### **5.3.2 Ubicación hidrográfica:**

**Vertiente:** Atlántico

**Cuenca Mayor:** Vilcanota

**Cuenca Media:** Vilcanota

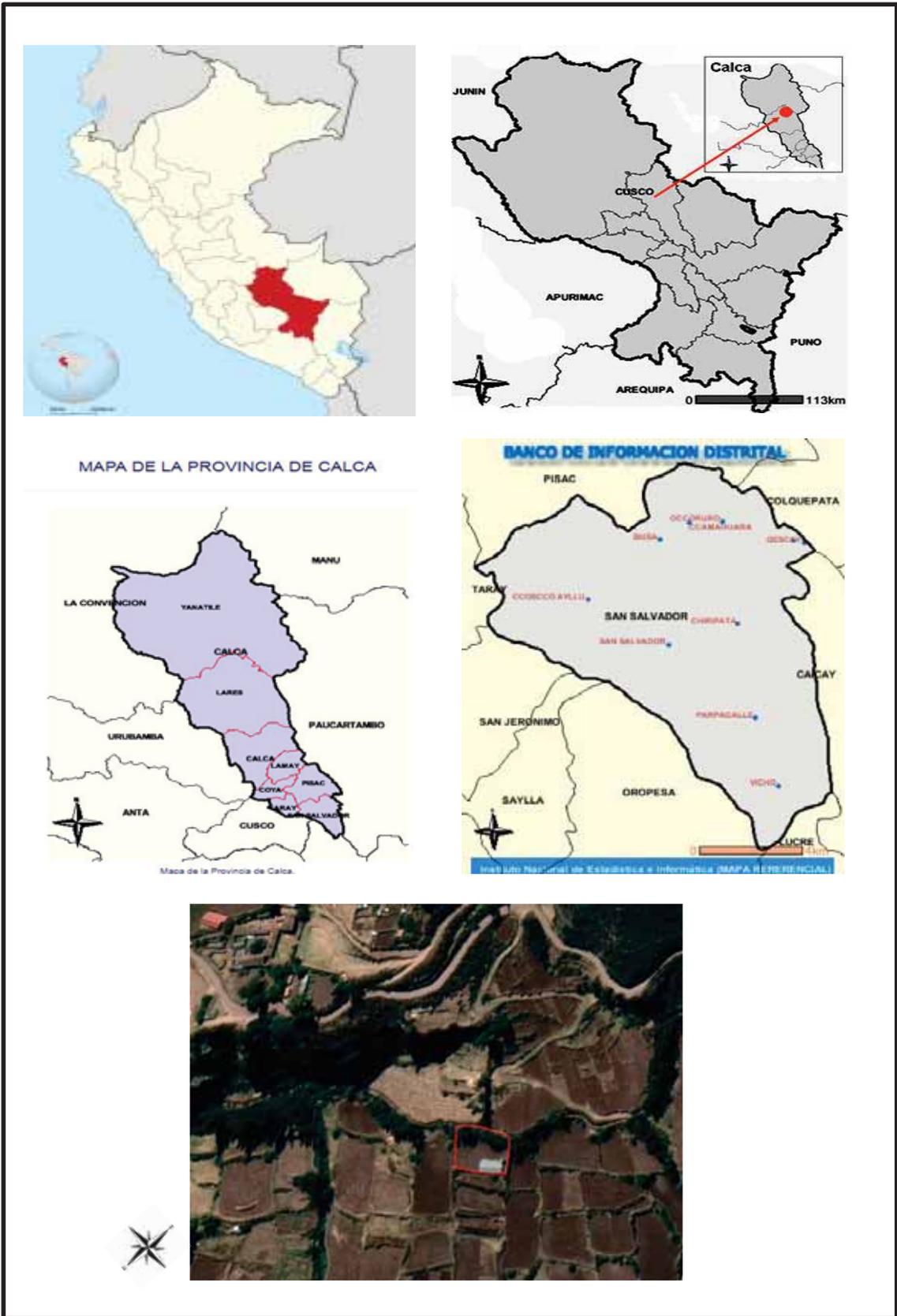
**Micro cuenca:** Vilcanota

#### **5.3.3 Ubicación geográfica:**

**Latitud:** 13°28'58.88" "Sur

**Longitud:** 71°47'29.47"Oeste

**Altitud:** 3029 msnm



Mapa 1. Ubicación del campo experimental.

## 5.4 Historia del campo experimental

Los cultivos que antecedieron al presente trabajo fueron los siguientes:

Cuadro 09. Cultivos que antecedieron

Campaña agrícola	Cultivo
2011 – 2012	Quinua Amarilla Maranganí
2012 – 2013	Maíz Blanco Urubamba.
2013 – 2014	Kiwicha Oscar Blanco
2014 – 2015	Kiwicha Oscar Blanco
2015 – 2016	Maíz Blanco Urubamba.
2016 – 2017	Maíz Blanco Urubamba.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.5 Materiales equipos y herramientas

### 5.5.1 Material biológico

En el presente trabajo de investigación, se utilizaron 3 variedades de quinua, proporcionados por el, Programa de Investigación en Quinua, del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), y la variedad Amarillo Maranganí, fue el testigo sembrado.

Cuadro 10. Variedades de quinua utilizadas

Numero	Variedades De Quinua
1	CICA - 17
2	CICA - 18
3	CICA - 127
4	VARIEDAD LOCAL (Amarillo Maranganí)

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2 Materiales de campo.

- Carteles para identificar tratamientos.
- Libreta de campo.
- Cordel.
- Yeso.
- Estacas.
- Etiquetas.
- Bolsas de polietileno.

- Rafia.
- Plumones indelebles.
- Manta de arpillera y costales.

### **5.5.3 Equipos**

- Balanza de 5 kg.
- Balanza analítica de precisión de 2 kg.
- Cámara fotográfica digital.

### **5.5.4 Herramientas**

- Picos, palas y lampas.
- Cinta métrica.
- Khituchi, segaderas.
- Vernier.

### **5.5.5 Materiales y equipos de laboratorio**

- Baqueta y gradilla.
- Tubos de ensayo y pipeta graduada.
- Agua destilada.

## **5.6 Métodos de la investigación.**

### **5.6.1 Muestreo y análisis del suelo**

Esta actividad se desarrolló el día 26 de Agosto del año 2017. El muestreo del suelo, se realizó, con la finalidad de conocer, la textura y fertilidad del suelo. Para realizar el análisis del suelo, se aplicó el método del zigzag, tomando muestras, de diferentes lugares de la parcela al azar, evitando los sectores con influencia de caminos, alambrados, construcciones, deyecciones y humedales. El muestreo, consiste en realizar un recorrido en zig – zag, tomando en cada punto, una muestra simple (submuestra), para la extracción de cada submuestra, se debe comenzar eliminando, la cobertura vegetal u hojarasca de cada punto elegido, evitando eliminar la capa superficial del suelo. Posteriormente, se mezclaron las muestras de los puntos sucesivos, formando una muestra compuesta. La extracción fue de una profundidad de 30 cm, luego se homogeneizó, para tener una muestra de 1 kilo. La muestra paso por un análisis respectivo, en el laboratorio de suelos, del Centro Agronómico K'ayra, de la

Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Cuadro 11. Resultados de análisis mecánico y de fertilidad del suelo.

Análisis de Fertilidad	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% CaCO <sub>3</sub>	% M. ORG.	% N. TOTAL	ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ppm K <sub>2</sub> O
	Ñustachayoc	0.48	7.50	0.00	1.37	0.07	106.20	124.00
Análisis Mecánico	CLAVE		% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL		
	Ñustachayoc		46.00	32.00	25.00	FRANCO		

### 5.6.2 Diseño experimental.

En el presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Constituido por cuatro tratamientos y cuatro bloques.

### 5.6.3 Características de las dimensiones del campo experimental:

#### Dimensiones del campo experimental:

Largo	44 m
Ancho	14 m
Área Total	616 m <sup>2</sup>
Área neta	320 m <sup>2</sup>

#### Bloques:

Número de bloques	04
Largo	12 m
Ancho	9 m
Área de bloque	108 m <sup>2</sup>

#### Parcela Experimental:

Largo	5 m
Ancho	4 m
Área de parcela	20 m <sup>2</sup>
N° de surcos	5

**Calles:**

Calles interiores largas	04
Ancho	1
Largo	44
Área	176 $m^2$
Calles interiores cortas	12
Ancho	1
Largo	10
Área	120 $m^2$
Área total de calles	296 $m^2$

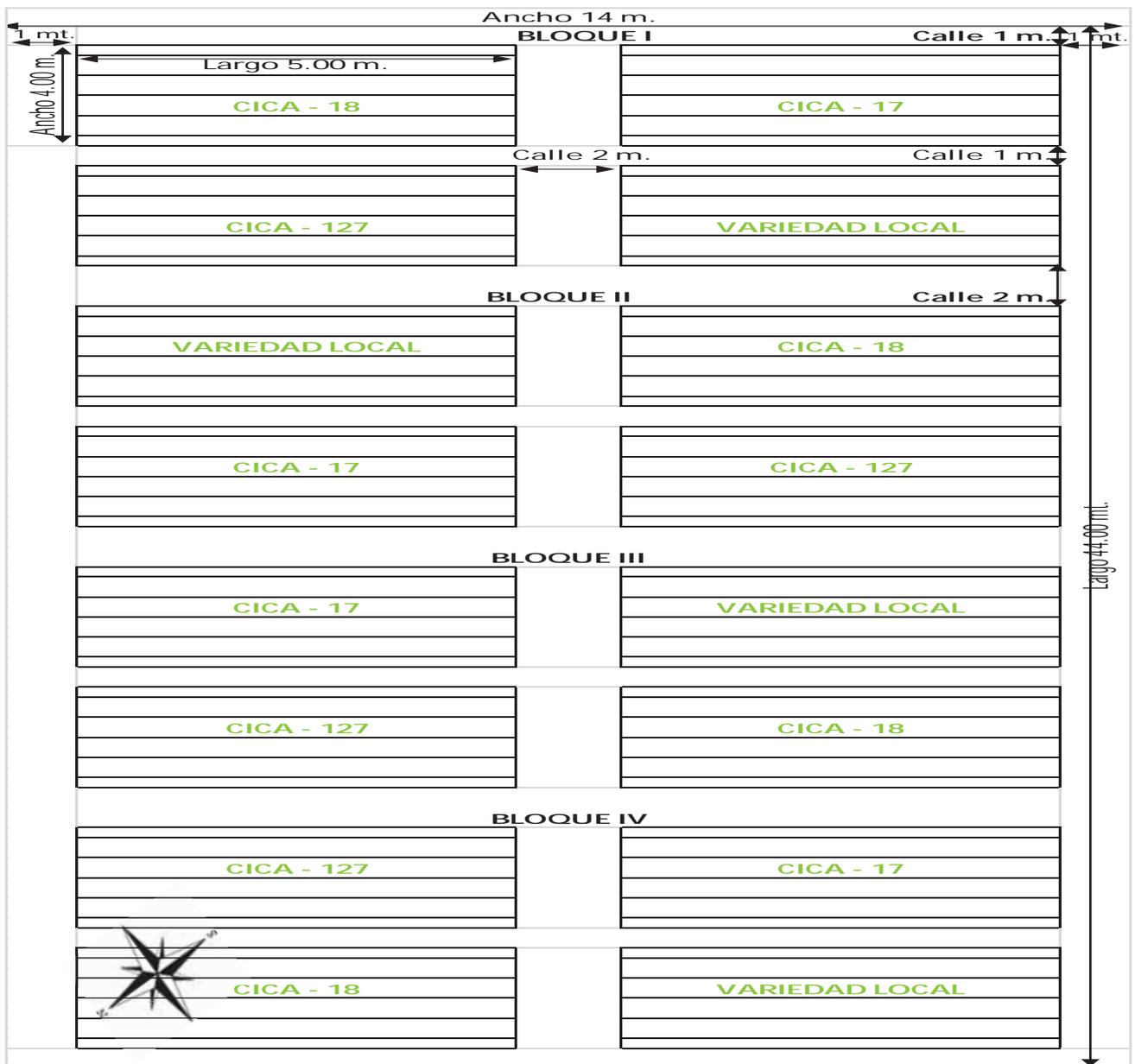
**Surcos:**

N° de surcos por parcela	5
Longitud de surco	5 m
Distancia de surco	0.80 m

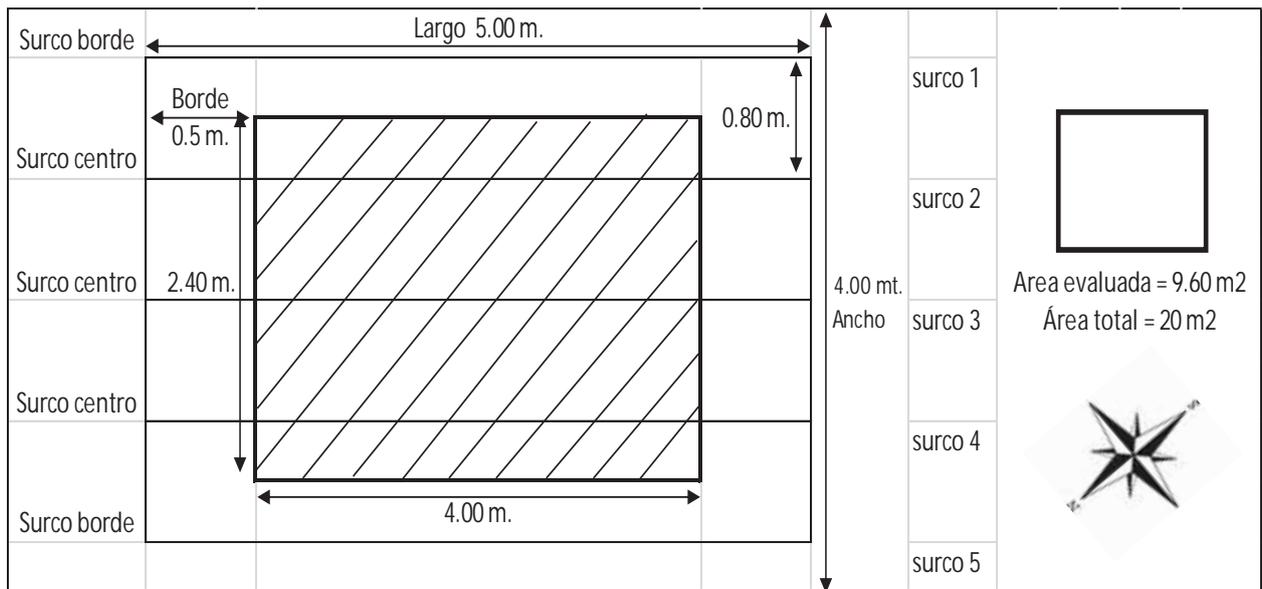
**Semilla:**

Cantidad por hectárea	7.5 kg
Cantidad por parcela	15 gr
Cantidad por surco	3 gr

### Distribución de bloques y parcelas.



Croquis 01. Croquis del campo experimental.



Croquis 02. Croquis de la parcela experimental.

## 5.7 Instalación y conducción del experimento.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se realizó con anticipación la preparación del suelo, en seguida se desarrolló la siembra, el cultivo se manejó de acuerdo a la tecnología utilizada en la zona. A continuación se detalla las actividades desarrolladas.

### 5.7.1 Actividades para la conducción del experimento.

#### 5.7.1.1 Selección de semilla.

Las semillas de las tres variedades: CICA – 127, CICA – 17 y CICA – 18 fueron proporcionadas, por el Programa de Investigación en Quinua, del Centro de Investigación en Cultivos Andino (CICA), el testigo Amarilla Maranganí, fue la variedad cultivada en la zona. Una vez preparado y clasificada las mejores semillas de las variedades, se procedió a preparar, las bolsas de semillas por tratamiento, con un peso de 15 gr por parcela, estas bolsas de semillas fueron codificados cuidadosamente, de acuerdo a la variedad perteneciente, con la finalidad de evitar cualquier error.

#### 5.7.1.2 Preparación del terreno.

Esta actividad se desarrolló el día 27 de setiembre del año 2017. La preparación del terreno se empezó con la limpieza de residuos y rastrojos de las cosechas

anteriores, luego se procedió a la roturación del terreno con una yunta, con la finalidad de darle las condiciones óptimas para la germinación de las semillas y para su normal desarrollo de la planta.

#### **5.7.1.3 Riego de machaco.**

El primer riego de machaco se desarrolló el día 26 de Octubre del año 2017, con la finalidad de suavizar el suelo y realizar la primera aradura, el cual se desarrolló el día 29 de Octubre del año 2017 (3 días después del riego) utilizando tractor agrícola. Estas dos actividades se efectuarán con la debida anticipación a la siembra, con finalidad de eliminar rastros y malezas como también poder romper los ciclos de vida de plagas existentes en el suelo y brindar las condiciones óptimas de mullido del suelo.

El segundo riego de machaco se desarrolló el día 28 de Noviembre del año 2017, 3 días antes de la siembra.

#### **5.7.1.4 Arado del terreno.**

Esta actividad se desarrolló el día 02 de Diciembre del año 2017. El arado del terreno se procedió con la ayuda de una yunta para brindar las mejores condiciones de mullido del suelo y garantizar la germinación de las semillas.

#### **5.7.1.5 Surcado.**

Esta actividad se desarrolló el día 02 de Diciembre del año 2017 (el mismo día del arado del terreno). La apertura de los surcos para la siembra se desarrolló a una profundidad de 30 cm y una distancia entre surcos de 0.80 cm.

#### **5.7.1.6 Replanteo del área experimental.**

Esta actividad se desarrolló el día 02 de Diciembre del año 2017, antes de realizar la siembra. Se procedió a replantear las dimensiones del campo experimental, para lo cual se utilizó yeso, cordel y estacas, materiales con los cuales fue replanteada todas las unidades experimentales, incluido los bloques y calles entre los bloques. El marcado se desarrolló de acuerdo a la distribución del croquis experimental.

#### **5.7.1.7 Aplicación de abono orgánico (estiércol de corral).**

Antes a la siembra, al fondo del surco se distribuyó a chorro continuo el guano de corral. Esta actividad se llevó acabo el día 02 de Diciembre del 2017.

Cuadro 12. Cantidad de estiércol utilizado

Descripción	Cantidad de estiércol aplicado
Hectárea	20000 kg
Campo experimental	640 kg
Bloque	160 kg
Parcela	40 kg
Surco	8 kg

Fuente: Elaboración propia.

**Calculo:**

- Si en 01 hectárea de terreno (10000 m<sup>2</sup>) se necesita 20000 kg de estiércol de corral.
- Para el capo experimental de 616 m<sup>2</sup> cuanto será:
  - 1: Procedemos a restar el área total de las calles que es de 296 m<sup>2</sup>
  - 2: Luego de la resta se tiene un área neta de 320 m<sup>2</sup> por todo el campo experimental.
  - 3: Para tener la cantidad exacta de estiércol de corral se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{r}
 10000 \text{ m}^2 \quad \text{—————} \quad 20000 \text{ kg de estiércol de corral} \\
 320 \text{ m}^2 \quad \text{—————} \quad X \\
 X = 640 \text{ kg de estiércol de corral}
 \end{array}$$

- Para el bloque de 108 m<sup>2</sup> cuanto será:
  - 1: Procedemos a restar el área total de las calles que es de 28 m<sup>2</sup>
  - 2: Luego de la resta se tiene un área neta de 80 m<sup>2</sup> por todo bloque
  - 3: Para tener la cantidad exacta de estiércol de corral se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{r}
 10000 \text{ m}^2 \quad \text{—————} \quad 20000 \text{ kg de estiércol de corral} \\
 80 \text{ m}^2 \quad \text{—————} \quad X \\
 X = 160 \text{ kg de estiércol de corral}
 \end{array}$$

- Para la parcela de 20 m<sup>2</sup> cuanto será:

1: Para tener la cantidad exacta de estiércol de corral se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{rcl} 10000 \text{ m}^2 & \text{—————} & 20000 \text{ kg de estiércol de corral} \\ 20 \text{ m}^2 & \text{—————} & X \end{array}$$

$$X = 40 \text{ kg de estiércol de corral}$$

- Para el surco de 4 m<sup>2</sup> cuanto será:

1: Para tener la cantidad exacta de estiércol de corral se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{rcl} 10000 \text{ m}^2 & \text{—————} & 20000 \text{ kg de estiércol de corral} \\ 4 \text{ m}^2 & \text{—————} & X \end{array}$$

$$X = 8 \text{ kg de estiércol de corral}$$

#### **5.7.1.8 Siembra.**

Esta actividad se desarrolló el día 02 de Diciembre del año 2017, luego de haber realizado el replanteo en el terreno experimental, se procedió a la siembra en condiciones óptimas de capacidad de campo y de forma manual. Para esta labor se distribuyó en la cabecera de cada parcela, bolsitas de polietileno con 15 gramos de semilla por parcela, debidamente etiquetadas con sus respectivas claves de acuerdo a la aleatorización. El sistema de siembra empleada fue en surco o chorro continuo. El tapado de la semilla se desarrolló con una capa de tierra con un espesor promedio de 0.5 cm.

#### **5.7.1.9 Labores culturales:**

##### **1. Raleo.**

Esta labor se desarrolló el día 30 de Diciembre del año 2017, a los 28 días después de la siembra, con la finalidad de regular la densidad de las plantas que es de 125000 plantas/hectárea, eliminando plantas amarillas, débiles y plantas en exceso, dejando plantas distanciadas a 10 cm entre planta y planta, de esta manera se homogeneizo con 50 plantas por surco, 250 plantas por parcela y 4000 plantas en todo el área experimental.

##### **2. Control de malezas.**

Es una de las labores más importantes en todo cultivo, puesto que las malezas compiten con el cultivo en: nutrientes, luz, espacio y agua. Se realizaron 2 deshierbes a los 29 y 60 días después de siembra (se desarrollaron los días 29

de Diciembre de año 2017 y el 29 de Enero del año 2018). El control de malezas se desarrolló manualmente utilizando lampa. Las malezas que se presentaron durante la investigación se muestran en el cuadro n° 13.

Cuadro 13. Malezas presentes en el campo experimental.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Nabo.	<i>Brassica campestris.</i>	Brassicaceae.
Trébol carretilla.	<i>Medicago hispida.</i>	Fabaceae.
Kikuyo.	<i>Pennisetum clandestinum.</i>	Poaceae.

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Fertilización.

Durante el desarrollo del trabajo de investigación, se utilizó el nivel de fertilización de 80 – 60 – 40 de N – P – K, nivel que es recomendado en la región andina. Se desarrolló la aplicación de dicho fertilizante químico resultado de la mezcla de los 3 tipos de fertilizantes. Se aplicó al inicio de la siembra en forma manual a chorro continuo al fondo del surco.

Aplicándose el nitrógeno solo el 50% y al primer aporque se aplicó el restante 50% de nitrógeno. Se detalla a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Cantidad de fertilizantes químicos utilizados

Descripción	Nivel de fertilización 80-60-40 de N – P - K.		
	Nitrato de amonio N 33.5% (kg)	Fosfato diamónico P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 60 % (kg)	Sulfato de potasio K <sub>2</sub> O 60% (kg)
Hectárea	242.42	130.43	66.67
Experimento	7.76	4.17	2.13
Bloque	1.94	1.04	0.53
Parcela	0.48	0.26	0.13
Surco	0.10	0.05	0.03

Fuente: Elaboración propia

#### Calculo:

- Si en 01 hectárea de terreno (10000 m<sup>2</sup>) se necesita 242.42 kg de N, 130.43 P y 66.67 K.
- Para el capo experimental de 616 m<sup>2</sup> cuanto será:
  - 1: Procedemos a restar el área total de las calles que es de 296 m<sup>2</sup>

2: Luego de la resta se tiene un área neta de 320 m<sup>2</sup> por todo el campo experimental.

3: Para tener la cantidad exacta de N – P – K se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 242.42 \text{ kg de N.} \\ 320 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = 7.76 \text{ kg de N.}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 130.43 \text{ kg de P.} \\ 320 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = 4.17 \text{ kg de P.}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 66.67 \text{ kg de K.} \\ 320 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = 2.13 \text{ kg de K.}$$

- Para el bloque de 108 m<sup>2</sup> cuanto será:

1: Procedemos a restar el área total de las calles que es de 28 m<sup>2</sup>

2: Luego de la resta se tiene un área neta de 80 m<sup>2</sup> por todo bloque

3: Para tener la cantidad exacta de N – P – K se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 242.42 \text{ kg de N.} \\ 80 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = 1.94 \text{ kg de N.}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 130.43 \text{ kg de P.} \\ 80 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = 1.04 \text{ kg de P.}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 66.67 \text{ kg de K.} \\ 80 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = 0.53 \text{ kg de K.}$$

- Para la parcela de 20 m<sup>2</sup> cuanto será:

1: Para tener la cantidad exacta de N – P – K se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 242.42 \text{ kg de N.} \\ 20 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 X = 0.48 \text{ kg de N.} \\
 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 130.43 \text{ kg de P.} \\
 20 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \\
 X = 0.26 \text{ kg de P.} \\
 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 66.67 \text{ kg de K.} \\
 20 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \\
 X = 0.13 \text{ kg de K.}
 \end{array}$$

- Para el surco de 4 m<sup>2</sup> cuanto será:

1: Para tener la cantidad exacta de estiércol de corral se procederá determinar por el método matemático regla de tres simple.

$$\begin{array}{r}
 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 242.42 \text{ kg de N.} \\
 4 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \\
 X = 0.10 \text{ kg de N.} \\
 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 130.43 \text{ kg de P.} \\
 4 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \\
 X = 0.05 \text{ kg de P.} \\
 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } 66.67 \text{ kg de K.} \\
 4 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \\
 X = 0.03 \text{ kg de K.}
 \end{array}$$

#### 4. Aporque

Se desarrolló dos aporques. El primer aporque se realizó, cuando las plantas alcanzaron 30 cm aproximadamente, en este momento, también se aplicó el fertilizante restante del 50%. El segundo aporque se realizó, cuando las plantas alcanzaron 50 cm de altura, con la finalidad de controlar las malezas y para dar mayor estabilidad a las plantas de quinua, para así evitar, el tumbado por efecto del viento, el aporque se desarrolló en forma manual, con la ayuda de lampas.

#### 5. Riegos

La quinua en la región andina es cultivada solamente con las precipitaciones pluviales, de manera excepcional es utilizado el riego con la finalidad de suministrar humedad en épocas de sequía.

En la campaña que se desarrolló el experimento, se presentaron veranillos durante la fase de desarrollo, motivo por el cual, se realizó el primer riego por gravedad el día 26 de Diciembre del año 2017 y el segundo riego se realizó el día 05 de Enero del año 2018.

Solo fue necesario 2 riegos durante el desarrollo del experimento, posterior a los 2 riegos las precipitaciones pluviales empezaron con normalidad.

### **5.7.2 Aspectos fitosanitarios.**

En el experimento se presentaron algunas plagas como el “gusano cortador de plantas tiernas” sillwi kuru: *Agrotis ipsilon* y “Qhaqo kuru” (*Eurysacca quinoa*). Estas plagas no fueron de incidencia importante, motivo por el cual, no se aplicó insecticida químico. Se observó el “Mildiu de la quinua” (*Peronospora spp*), durante la primera época de floración y panojamiento. Se observó manchas amarillentas pálidas cloróticas, esta fue la enfermedad de más importancia en el cultivo de la quinua, para ello se tuvo que realizar el control químico con el fungicida Daconil 720 SC en dos oportunidades, con una frecuencia de 20 días, a una dosis de 20 ml/15 Lt. Esta labor se desarrolló el día 25 de Enero y el día 15 de febrero del año 2018.

### **5.7.3 Cosecha.**

Esta labor se desarrolló en forma escalonada a medida que los tratamientos alcanzaban la madures fisiológica recomendado. La cosecha se desarrolló manualmente utilizando segaderas, cortándose solamente las plantas de los tres surcos centrales de cada unidad experimental, que correspondió a 9.60 m<sup>2</sup>, quedando los surcos laterales y las cabeceras para evitar el efecto borde. La etapa de la cosecha es una labor de mucha importancia, está directamente relacionado para la obtención de grano de buena calidad para la comercialización, por ello esta labor se desarrolló por etapas: el corte o siega, emparvado, trilla, zarandeo, aventado y/o limpieza de grano, evaluaciones y almacenamiento. Así como se detallan a continuación:

La cosecha se realizó de la siguiente manera:

### **5.7.3.1 Corte o siega:**

El corte se desarrolló de acuerdo a su madurez, empezando por la variedad: CICA – 127 siendo el día 02/05/2018, CICA – 18 siendo el día 04/05/2018 y CICA – 17 se desarrolló el día 06/05/2018, la variedad Amarillo Maranganí (Testigo) se desarrolló el día 22 de Mayo del año 2018. Esta actividad se desarrolló de forma manual tratamiento por tratamiento, con la ayuda de segaderas. Cortándose las plantas a una altura de 10 cm. del suelo, esta actividad se desarrolló durante las mañanas para evitar la pérdida del grano de las panojas. Primero se cortó las 10 plantas individuales marcadas, seguidamente se cortó las plantas de los surcos centrales, eliminándose las plantas de las cabeceras de los surcos a 0.50 cm y los surcos laterales con el propósito de evitar el efecto borde.

### **5.7.3.2 Emparvado:**

Esta labor se desarrolló el mismo día del corte, Primero se formó la parva con las 10 plantas individuales marcadas de cada parcela para así evitar confusiones en las panojas. Luego se procedió a juntar las panojas de los surcos centrales de cada parcela para formar otra parva, para su adecuado secado por un tiempo de 10 días.

### **5.7.3.3 Trilla:**

La trilla de las variedades de quinua se desarrolló escalonadamente de acuerdo al secado: CICA – 127, CICA – 18 y CICA – 17 se desarrollaron los días 11, 13 y 15 de Mayo del año 2018, la variedad Amarillo Maranganí (Testigo), se desarrolló el día 02 de Junio del año 2018. Se desarrolló manualmente utilizando guantes protectoras para el frotado de las panojas, primero se desarrolló el frotado de las 10 plantas individuales por separado. Inmediatamente a ello se realizó a la codificación de acuerdo a la variedad y bloque al que pertenece. Posterior a ello se desarrolló el frotado de las plantas de los surcos centrales de cada variedad, igualmente una vez terminado el frotado se procedió a la codificación de acuerdo a la variedad y al bloque al que pertenece.

### **5.7.3.4 Secado de tallos:**

El secado de tallos se desarrolló de igual manera que el grano, por separado correspondiente a cada parcela, y en forma individual de las 10 plantas marcadas

de cada parcela experimental. Esto, para determinar el peso de k'iri, tanto de la parcela, como de las 10 plantas individuales de cada variedad.

#### **5.7.3.5 Zarandeo:**

Esta actividad se desarrolló escalonadamente después de la trilla: CICA – 127, CICA – 18 y CICA – 17 se desarrollaron los días 11, 13 y 15 de Mayo del año 2018, la variedad Amarillo Maranganí (Testigo), se desarrolló el día 02 de Junio del año 2018. Se desarrollo manualmente utilizando zarandas con cribas de 2 mm de diámetro, a fin de separar los granos de las impurezas constituidas por el jipi.

#### **5.7.3.6 Aventado y/o limpieza del grano:**

El aventado y/o limpieza del grano se desarrolló de la siguiente manera: CICA – 127, CICA – 18 y CICA – 17 se desarrollaron los días 11, 13 y 15 de Mayo del año 2018, la variedad Amarillo Maranganí (Testigo), se desarrolló el día 02 de Junio del año 2018. Esta actividad se desarrolló inmediatamente después del zarandeo para poder tener un grano puro y de calidad. El grano zarandeado se expuso al efecto de las corrientes de aire utilizando mantas, con la finalidad de eliminar las impurezas del grano. El aventado de las 10 plantas individuales de cada parcela se realizó individualmente para evitar confusiones. Para la limpieza de grano de los tres surcos, se desarrolló de la misma manera que las plantas individuales.

#### **5.7.3.7 Evaluaciones:**

Esta actividad se desarrolló luego de haberse realizado la trilla con el peso de jipi, inmediatamente después de la limpieza de grano se procedió con el peso de grano limpio, peso de k'iri, prueba de saponina, análisis de aminoácidos, análisis bromatológico, tamaño y numero de grano.

#### **5.7.3.8 Almacenamiento:**

Al concluir las respectivas evaluaciones propuestas, los granos de quinua fueron almacenados de manera segura en un lugar seco. Se almaceno todos los granos de las plantas individuales como de las parcelas netas de cada bloque con una humedad aproximada del 10%.

#### **5.7.4 Características evaluadas.**

Para el desarrollo de esta actividad, se tomaron 10 plantas al azar por cada parcela dentro de los tres surcos centrales. Esta labor se desarrolló cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica. Se tomó como indicadores las siguientes variables.

##### **5.7.4.1 Altura promedio de planta a la cosecha**

Para evaluar esta variable, se realizó la medición de 10 plantas individuales por parcela, considerando los tres surcos centrales, sobre esta muestra se realizó las mediciones respectivas, midiendo la distancia que existe desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panoja, obteniéndose finalmente el promedio.

##### **5.7.4.2 Longitud promedio del tallo**

Para determinar la longitud promedio del tallo, la medida se desarrolló en centímetros, desde el nivel del suelo hasta antes del punto de inserción de la inflorescencia, de esta manera se midió en las 10 plantas individuales de los 3 surcos centrales de cada parcela.

##### **5.7.4.3 Diámetro de tallo principal**

Para esta variable, se midió el tallo a la altura del primer nudo basal de las 10 plantas tomadas al azar, dentro de los tres surcos centrales.

##### **5.7.4.4 Longitud de panoja**

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

##### **5.7.4.5 Diámetro de la panoja**

Se realizó la medida en el tercio medio de la panoja con la ayuda de un vernier, para ello utilizando las 10 plantas individuales de los 3 surcos centrales de cada parcela.

##### **5.7.4.6 Peso de jipi por planta**

El peso de jipi por planta, se determinó por diferencia, entre el peso de grano más jipi, y el peso de grano limpio. Durante esta evaluación se pesó el grano y jipi de las 10 plantas individuales por cada parcela.

#### **5.7.4.7 Peso de jipi por parcela**

Para determinar el peso de jipi por parcela, se determinó el peso de los granos después de la trilla (jipi más grano), de todas las plantas de la parcela, exceptuando únicamente las plantas borde de cabecera, pie de surco y surcos de borde, se incluyó dentro a este peso las 10 plantas individualmente evaluadas.

#### **5.7.4.8 Peso de kiri por planta**

Esta variable se determinó considerando únicamente las 10 plantas marcadas por parcela, para tal fin se sometió al secado los tallos y luego de ello se realizó el pesado respectivo.

#### **5.7.4.9 Peso de kiri por parcela**

Para determinar el peso de kiri por parcela se consideró todas las plantas de la unidad experimental, exceptuando solamente las plantas borde de cabecera y pie de surco, así como las plantas de los surcos borde. El peso de kiri por parcela se obtuvo luego de pesar todos los tallos, tallos secundarios y pedúnculos sin granos ni hojas, de la unidad experimental.

#### **5.7.4.10 Peso de grano limpio por planta**

Se consideró de igual forma 10 plantas individuales por parcela, en forma individualizada, para ello se utilizó una balanza de precisión, la cosecha fue escalonada conforme cada variedad llegó a su madurez.

#### **5.7.4.11 Rendimiento de granos por parcela.**

Expresados en kg/parcela. El rendimiento por parcela se calculó en base al área de evaluación neta de los tres surcos centrales. El rendimiento parcelario se proyectó a rendimiento por hectárea.

#### **5.7.4.12 Número de granos por gramo.**

Para saber el número de granos existentes en un gramo de quinua, se procedió a pesar un gramo de quinua. Luego se contó cuidadosamente de forma manual sobre una mesa.

#### **5.7.4.13 Diámetro de grano.**

La evaluación del diámetro de grano se determinó utilizando el grano limpio de los masales de cada parcela, de ella se sacó una porción de quinua de

aproximadamente 30 unidades, se midió con la ayuda de un vernier en cm y posterior a ello se sacó el promedio de tamaño por cada tratamiento, luego se procedió a la conversión en milímetros.

#### **5.7.4.14 Contenido de saponina del grano de quinua por el método del índice de la espuma**

**Fundamento:** el contenido de saponina del grano, se ha evaluado, por el método del índice de espuma. Este método se fundamental, en el hecho de que, la mayor parte de las saponinas, son solubles en agua, y forman espuma, cuando son agitados, la altura de espuma, que se forma en el tubo de ensayo, es un indicador del nivel de saponina, cuanto mayor sea la altura de espuma, mayor será el contenido de saponina.

**Objetivo de la prueba:** el objetivo de esta prueba es medir la altura de espuma que se forma en el tubo de ensayo por efecto de las saponinas.

#### **Procedimiento:**

Esta actividad se llevó a cabo los días 16 y 17 de Junio del año 2018, con tres repeticiones por cada tratamiento. Esta prueba se realizó luego de haber secado el grano.

#### **5.7.4.15 Metodología de Evaluación de Saponina:**

La metodología a utilizada es lo siguiente:

- Se pesó 1 gramo de granos de quinua en una balanza de precisión con tres repeticiones por tratamiento y se colocará en un tubo de ensayo.
- Se añadió 5 ml de agua destilada, se tapó el tubo de ensayo con una tapa hermética. Se puso en marcha el cronometro (o leer el reloj) y se sacudió vigorosamente el tubo durante 30 segundos.
- Se dejó el tubo de ensayo con la muestra en reposo durante 30 minutos, luego se sacudió otra vez durante 30 segundos.
- Se dejó en reposo durante 30 minutos más, luego sacudió otra vez durante 30 segundos.
- Finalmente se dejó el tubo de ensayo en reposo por 5 minutos, luego se midió la altura de la espuma al 0,1 cm más cercano.

Este método de determinación de saponina es tomado de la publicación realizada por Koziol J, (1990).

#### 5.7.4.16 Observaciones fenológicas realizadas:

Para las observaciones fenológicas se realizó un muestreo aleatorio de 10 plantas, considerando los tres surcos centrales en cada unidad experimental; sobre estas 10 plantas se realizaron las observaciones considerando la plena fase (70%) y utilizando, la siguiente escala de evaluación, de fases fenológicas:

1. **Inicio de fase:** Se consideró inicio de fase, cuando el 10% de plantas individuales mostraron la fase. En esta investigación esto se alcanzó cuando 1 plantas de cada 10 mostraron la fase evaluada.
2. **Plena fase:** Se consideró plena fase, cuando el 70% de plantas mostraron la fase. En esta investigación esto se alcanzó cuando 7 plantas de cada 10 mostraron la fase evaluada.
3. **Final de fase:** Se consideró final de fase, cuando el 90% de plantas mostraron la fase. En esta investigación esto se logró cuando 9 plantas de las 10 mostraron la fase evaluada.

#### Fases fenológicas:

- **Emergencia:** Se contaron los días de emergencia, considerando el 70% de plantas emergidas del suelo.
- **Primer par de hojas:** Se evaluó el número de días que fue necesario desde la siembra, para que el 70% de las plantas de la parcela experimental que mostraron el primer par de hojas abiertas.
- **Segundo par de hojas:** En esta fase, se observó, dos pares de hojas totalmente extendidas, el tercer par, aun estuvo en forma de botón foliar, en el ápice del tallo, y aún estuvieron presentes las hojas cotiledonales de color verde. En esta fase, se inició la formación, de yemas axilares del primer par de hojas; ocurrió aproximadamente, a los 23 a 33 días después de la siembra. En esta fase, el cultivo tuvo buena resistencia al frío y a la sequía, no se pudo apreciar, el ataque de plagas masticadoras de hojas como los escarabajos de hoja (*Epitrix* y *Diabrotica*).
- **Seis hojas verdaderas:** En esta fase, se evaluó el número de días desde la siembra, para que el 70% de las plantas de la parcela experimental, mostrasen tres pares de hojas verdaderas, totalmente extendidas, las

hojas cotiledonales se tornaron de color amarillento. Se notaron ya las hojas axilares, desde el estadio de formación de botones, hasta el inicio de apertura de botones.

- **Ramificación:** En esta fase, se observó plantas con ocho hojas verdaderas, totalmente extendidas, con presencia de hojas axilares, hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se cayeron, y dejaron cicatrices en el tallo, también se notó, presencia de inflorescencia protegida, por las hojas sin dejar al descubierto la panoja.  
Durante esta fase, se efectuó el aporque, y la fertilización complementaria. Desde la fase de cuatro hojas verdaderas, hasta esta fase se pueden consumir las hojas en reemplazo a la espinaca.
- **Panojamiento:** Se contaron, los días desde la siembra, hasta la aparición de panoja, considerando el 70% de las plantas de la unidad experimental, que presentaron inflorescencia.
- **Floración:** Se contaron los días desde la siembra, hasta la etapa de floración, considerando el 70% de las plantas, que presentaron la floración.
- **Grano lechoso:** se evaluó el número de días necesarios desde la siembra, para que el 70% de las plantas muestren granos pastosos en su panoja.
- **Grano pastoso:** Se evaluó el número de días necesario desde la siembra para que el 70% de plantas de la parcela experimental mostrasen granos pastosos en su panoja.
- **Madurez fisiológica:** se contaron los días que transcurrieron desde la siembra hasta que el 70% de las plantas de la parcela experimental mostrasen signos de madurez fisiológica, es decir granos resistentes a la presión de las uñas.

Estas observaciones se realizaron durante toda la campaña agrícola 2017 - 2018 desde la siembra a la cosecha y registrando la información para cada unidad experimental.

## **5.8 Método de evaluación en laboratorio**

### **5.8.1 Análisis bromatológico**

El análisis bromatológico (Fisicoquímico) se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas, y Matemáticas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco el día 02 de Octubre del 2018, se para conocer el contenido de Humedad, Proteínas, Grasas, Cenizas, Fibra y carbohidratos de las tres variedades de quinua más el testigo (Amarillo Maranganí).

#### **5.8.1.1 Procedimiento para el análisis de proteínas:**

##### **Preparación de la muestra:**

- Se tritura, homogeneiza y se mezcla bien la muestra.
- Se pesa entre 1 gramo de muestra.

##### **Digestión:**

- Se pesó 1 gramo de muestra perfectamente molida y homogeneizada, la muestra se introdujo en un tubo de digestión.
- Se añadió al tubo con muestra 5 gramos de catalizador Kjeldahl, 10 ml de ácido sulfúrico al 95 – 98%.
- Se colocó los tubos de digestión con las muestras en el Bloc-digest con el colector de humos funcionando.
- Se realizó la digestión a una temperatura de 400 °C y un tiempo de 30 minutos.
- Se dejó enfriar la muestra a temperatura ambiente.
- Se dosifico lentamente 50 ml de agua destilada en cada tubo de muestra teniendo cuidado y dejando caer el agua lentamente por las paredes del tubo.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente durante 5 minutos.

##### **Neutralización y destilación:**

- Se añadió 25 ml de ácido bórico en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y 2 gotas de indicador mixto.
- Se colocó el Erlenmeyer en la alargadera del refrigerante teniendo la precaución de que esta puede sumergida dentro de la disolución de ácido bórico.

- Se colocó el tubo con la muestra en el lado izdo del destilador.
- Una vez colocados el tubo de muestra y el Erlenmeyer con el ácido bórico, se dosifico 40 ml de NaOH e iniciar la destilación.
- La destilación se prolongó un tiempo suficiente para que se destilen un 150 ml, con un tiempo de 10 minutos aproximadamente.

**Valoración:**

- Se valoró con ácido clorhídrico el destilado obtenido, hasta que la solución cambio de color verde a violeta.

**5.8.2 Análisis de aminoácidos**

El análisis de aminoácidos se realizó en el Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, se desarrolló para conocer el contenido de aminoácidos de las tres variedades de quinua más la variedad testigo (Amarillo Maranganí).

**5.8.2.1 Metodología del análisis de aminoácidos:**

La metodología que se utilizó es lo siguiente:

- Se tomó una muestra de 0.5 gr de quinua molida.
- La muestra de 0.5 gr de quinua molida se transfirió a un bial de 20 ml.
- Luego se añadió ácido clorhídrico 6 normal.
- Luego se expulsó el oxígeno del bial.
- Posterior a ello se dejó la muestra en una estufa a una temperatura de 110 °C por 24 horas.
- Se sacó 3 ml de la muestra sometida a temperatura alta en una jeringa.
- Se agregó 5 ml de agua destilada a la jeringa.
- Luego se filtró en un filtro de jeringa de 0.45 um.
- De la muestra filtrada se tomó 1 ml para el respectivo análisis de HPLC (análisis de aminoácidos).

### 5.9 Variables en estudio:

<b>Variables Independientes</b>	<b>Variables Dependientes</b>	<b>Indicador</b>
Variedades de Quinoa.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producción de grano.</li><li>• Fenología.</li> <li>• Contenido de proteínas.</li><li>• Contenido de aminoácidos.</li><li>• Contenido de saponina.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kg/planta y por parcela.</li><li>• Días transcurridos desde la cosecha y datos meteorológicos.</li><li>• %</li><li>• %</li><li>• ml</li></ul>

## VI. RESULTADOS

### 6.1 De las evaluaciones agronómicas.

Cuadro 15. Altura de planta en (m) promedio de 10 plantas.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	1.487	1.375	1.315	1.423	5.600	1.400
CICA - 18	1.472	1.409	1.141	1.314	5.336	1.334
CICA - 127	1.600	1.448	1.238	1.363	5.649	1.412
VARIEDAD LOCAL	1.534	1.363	1.465	1.710	6.072	1.518
Sumatoria	6.093	5.595	5.159	5.810	22.657	1.416

Cuadro 16. ANVA para Altura de planta en (m).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.11629	0.03876	3.66250	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.06959	0.02320	2.19186	3.8600	6.9900	NS. NS.
Error	9	0.09525	0.01058				
Total	15	0.28113	<b>CV =</b>	<b>7.26%</b>			

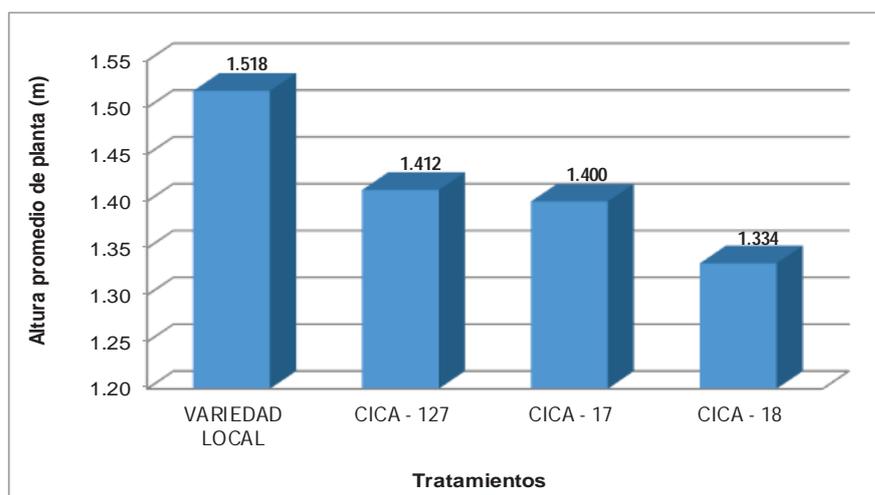


Grafico 1. Altura de planta en (m) promedio de 10 plantas.

Cuadro 17. Longitud de tallo en (m) promedio de 10 plantas.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	1.164	1.051	1.063	1.132	4.410	1.103
CICA - 18	1.100	1.079	0.919	1.015	4.113	1.028
CICA - 127	1.230	1.119	1.018	1.065	4.432	1.108
VARIEDAD LOCAL	1.275	1.228	1.243	1.432	5.178	1.295
Sumatoria	4.769	4.477	4.243	4.644	18.133	1.133

Cuadro 18. ANVA para Longitud de tallo.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.03881	0.01294	2.82610	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.15444	0.05148	11.24511	3.8600	6.9900	**
Error	9	0.04120	0.00458				
Total	15	0.23445	CV = 5.97%				

Cuadro 19. Prueba Tukey para Longitud de tallo.

ALS(5%) = 0.15		ALS(1%) = 0.20		
Nº de Orden	Tratamientos	Longitud prom. del tallo (m)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	VARIEDAD LOCAL	1.295	a	a
II	CICA - 127	1.108	b	a b
III	CICA - 17	1.103	b	a b
VI	CICA - 18	1.028	b	b

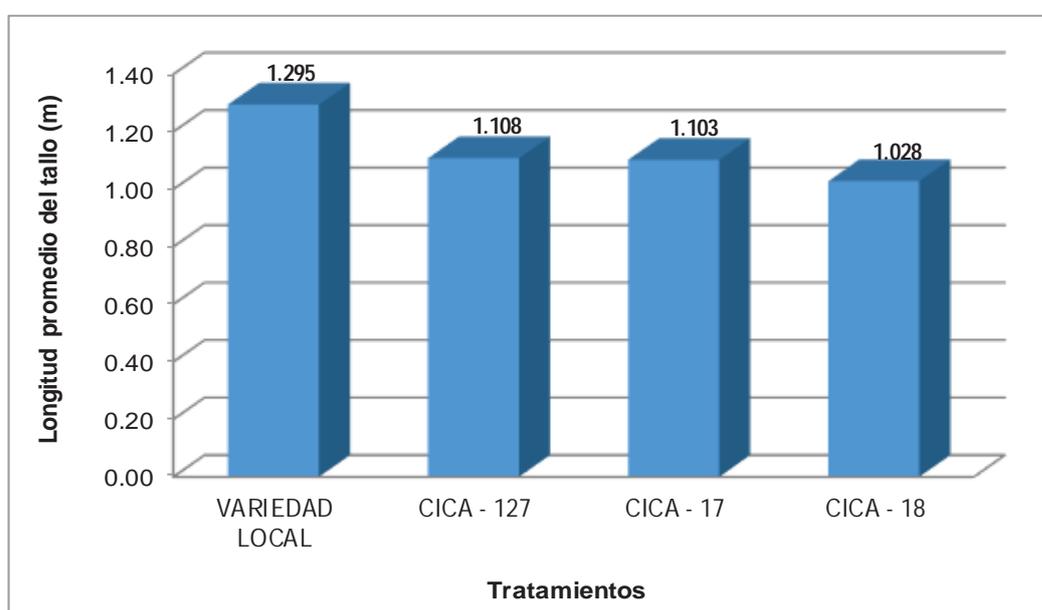


Gráfico 02. Longitud de tallo en (m) promedio de 10 plantas.

Cuadro 20. Longitud de panoja en (m) promedio de 10 plantas.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	0.323	0.324	0.252	0.291	1.190	0.298
CICA - 18	0.372	0.330	0.222	0.299	1.223	0.306
CICA - 127	0.370	0.329	0.220	0.298	1.217	0.304
VARIEDAD LOCAL	0.259	0.135	0.222	0.278	0.894	0.224
Sumatoria	1.324	1.118	0.916	1.166	4.524	0.283

Cuadro 21. ANVA para Longitud de panoja.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.02122	0.00707	3.45507	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.01888	0.00629	3.07409	3.8600	6.9900	NS. NS.
Error	9	0.01842	0.00205				
Total	15	0.05852	<b>CV = 16.00%</b>				

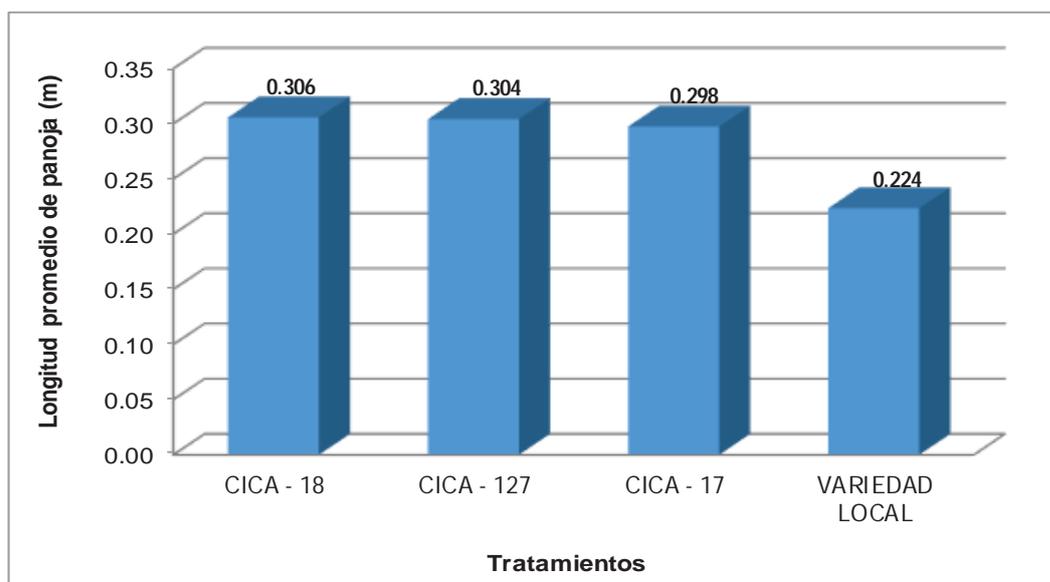


Gráfico 03. Longitud de panoja en (m) promedio de 10 plantas

Cuadro 22. Diámetro de panoja en (cm) promedio de 10 plantas

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	5.24	4.92	3.36	4.68	18.20	4.55
CICA - 18	5.67	4.88	3.47	5.19	19.21	4.80
CICA - 127	5.31	4.74	4.84	4.59	19.49	4.87
VARIEDAD LOCAL	5.19	3.93	4.69	5.24	19.05	4.76
Sumatoria	21.41	18.47	16.37	19.70	75.95	4.75

Cuadro 23. ANVA para Diámetro de panoja

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	3.38155	1.12718	3.70516	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.23356	0.07785	0.25591	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	2.73797	0.30422				
Total	15	6.35308	<b>CV =</b>	<b>11.62%</b>			

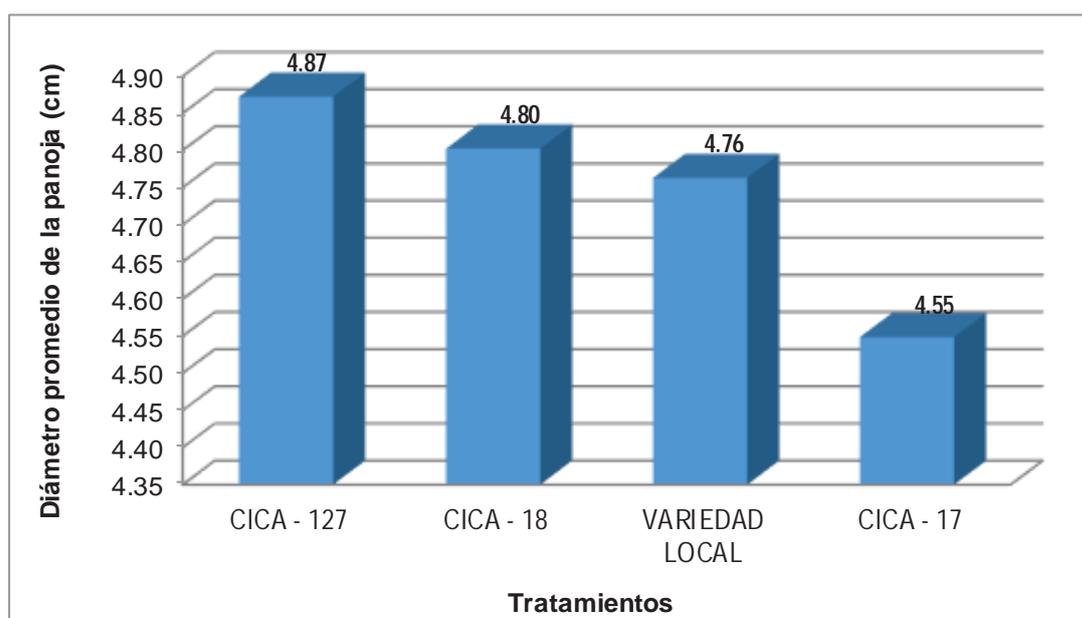


Gráfico 04. Diámetro de panoja en (cm) promedio 10 plantas

Cuadro 24. Diámetro de tallo en (cm) promedio de 10 plantas

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	1.018	0.961	0.829	0.942	3.750	0.938
CICA - 18	1.032	0.956	0.906	1.016	3.910	0.978
CICA - 127	1.050	1.075	0.777	0.943	3.845	0.961
VARIEDAD LOCAL	1.292	0.862	0.981	1.105	4.240	1.060
Sumatoria	4.392	3.854	3.493	4.006	15.745	0.984

Cuadro 25. ANVA para Diámetro de tallo

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.10395	0.03465	3.83632	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.03399	0.01133	1.25447	3.8600	6.9900	NS. NS.
Error	9	0.08129	0.00903				
Total	15	0.21923	CV = 9.66%				

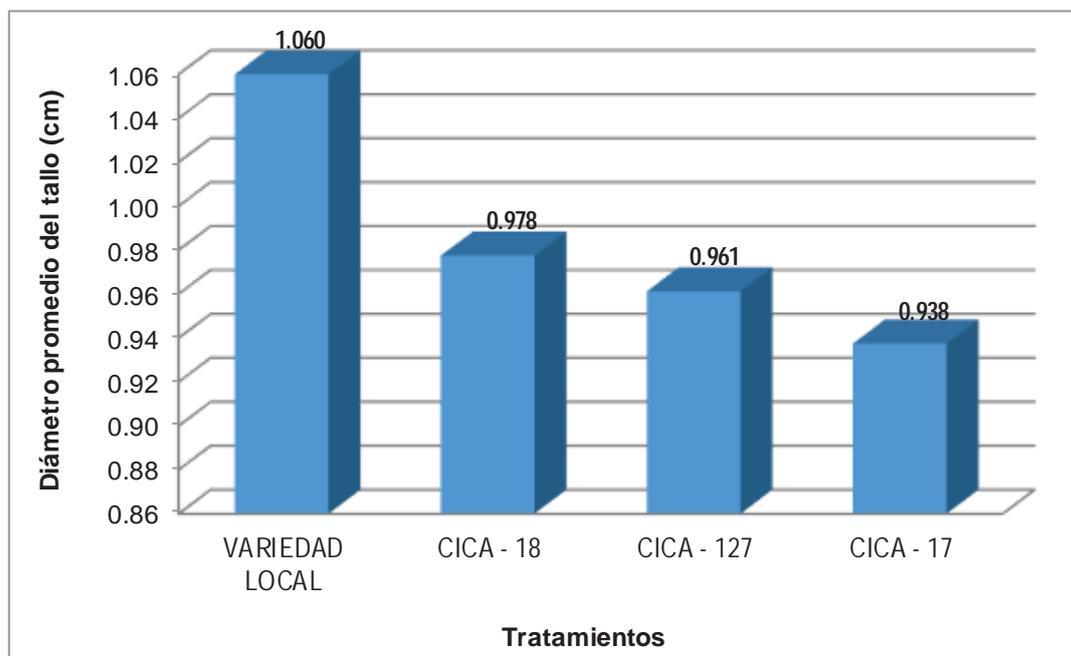


Gráfico 05. Diámetro promedio del tallo (cm) promedio 10 plantas

Cuadro 26. Peso de jipi en (g) promedio de 10 plantas

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	9.90	6.70	5.50	6.50	28.60	7.15
CICA - 18	7.60	7.80	3.50	7.00	25.90	6.48
CICA - 127	7.30	7.70	4.40	5.90	25.30	6.33
VARIEDAD LOCAL	6.50	2.30	3.70	8.60	21.10	5.28
Sumatoria	31.30	24.50	17.10	28.00	100.90	6.31

Cuadro 27. ANVA para Peso de jipi

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	27.787	9.262	3.220	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	7.217	2.406	0.836	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	25.886	2.876				
Total	15	60.889	<b>CV =</b>	<b>26.89%</b>			

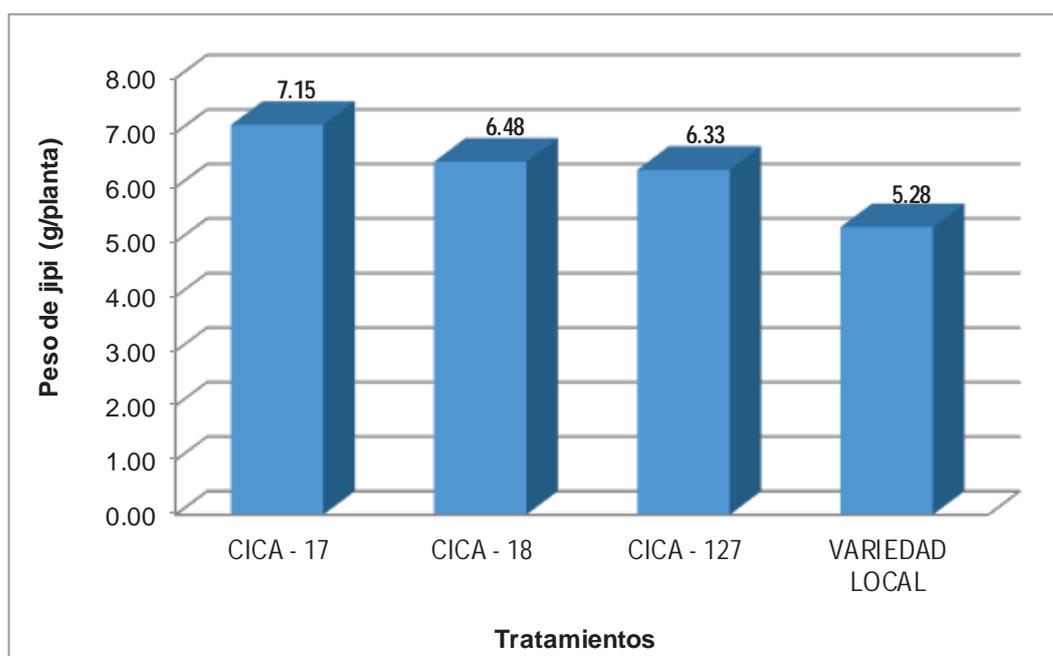


Gráfico 06. Peso de jipi en (g) promedio de 10 plantas

Cuadro 28. Peso de jipi (t/ha) estimado del área neta de evaluación.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	0.714	0.436	0.576	0.582	2.308	0.577
CICA - 18	0.770	0.701	0.754	0.563	2.788	0.697
CICA - 127	1.074	0.565	0.315	0.457	2.411	0.603
VARIEDAD LOCAL	1.352	0.399	0.309	0.830	2.890	0.723
Sumatoria	3.910	2.101	1.954	2.432	10.397	0.650

Cuadro 29. Transformación de Peso de jipi (t/ha) estimado del área neta de evaluación.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	0.845	0.660	0.759	0.763	3.027	0.757
CICA - 18	0.877	0.837	0.868	0.750	3.333	0.833
CICA - 127	1.036	0.752	0.561	0.676	3.025	0.756
VARIEDAD LOCAL	1.163	0.632	0.556	0.911	3.261	0.815
Sumatoria	3.922	2.881	2.744	3.100	12.647	0.790

Cuadro 30. ANVA para Peso de jipi (t/ha) estimado del área neta de evaluación

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.20854	0.06951	3.62655	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.01903	0.00634	0.33101	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	0.17251	0.01917				
Total	15	0.40009	<b>CV =</b>	<b>17.52%</b>			

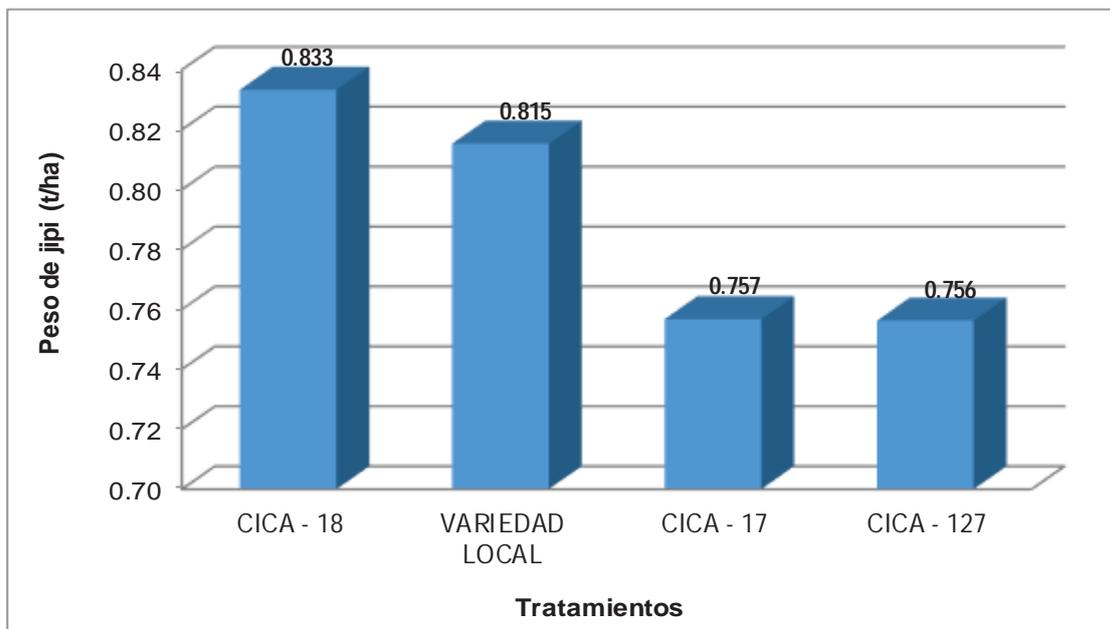


Gráfico 07. Peso de jipi (t/ha) estimada del área neta de evaluación

Cuadro 31. Peso de kiri en (g) promedio de 10 plantas

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	17.00	13.60	14.50	13.40	58.50	14.63
CICA - 18	16.90	13.40	13.80	13.20	57.30	14.33
CICA - 127	19.80	14.00	9.90	13.20	56.90	14.23
VARIEDAD LOCAL	30.20	13.00	8.05	21.80	73.05	18.26
Sumatoria	83.90	54.00	46.25	61.60	245.75	15.36

Cuadro 32. ANVA para Peso de kiri

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	197.642	65.881	3.765	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	45.297	15.099	0.863	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	157.488	17.499				
Total	15	400.426	<b>CV =</b>	<b>27.24%</b>			

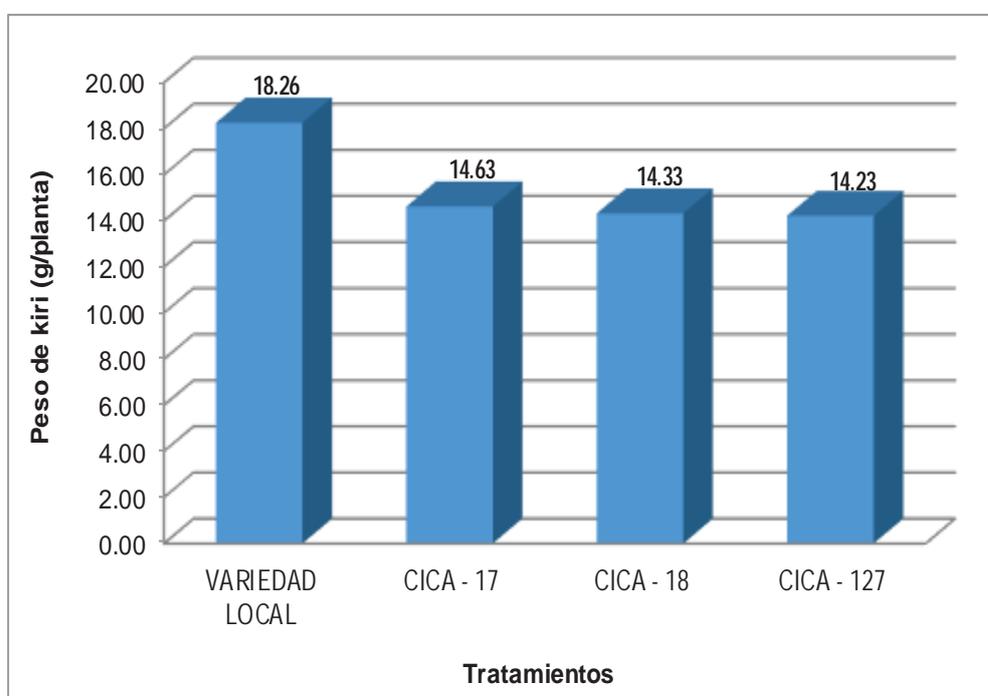


Gráfico 08. Peso de kiri en (g) promedio de 10 plantas

Cuadro 33. Peso de kiri (t/ha) estimado del área neta de evaluación

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	0.678	0.866	0.743	1.102	3.389	0.847
CICA - 18	1.176	0.943	0.411	1.052	3.582	0.896
CICA - 127	1.915	1.025	0.589	0.991	4.520	1.130
VARIEDAD LOCAL	3.814	0.964	0.638	2.436	7.852	1.963
Sumatoria	7.583	3.798	2.381	5.581	19.343	1.209

Cuadro 34. Transformación de Peso de kiri (t/ha) estimado área neta de evaluación

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	0.823	0.931	0.862	1.050	3.666	0.916
CICA - 18	1.084	0.971	0.641	1.026	3.722	0.931
CICA - 127	1.384	1.012	0.767	0.995	4.159	1.040
VARIEDAD LOCAL	1.953	0.982	0.799	1.561	5.294	1.324
Sumatoria	5.245	3.896	3.069	4.632	16.842	1.053

Cuadro 35. ANVA para Peso de kiri (t/ha) estimado del área neta de evaluación

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.66204	0.22068	3.77909	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.42809	0.14270	2.44368	3.8600	6.9900	NS. NS.
Error	9	0.52555	0.05839				
Total	15	1.61569	<b>CV =</b>	<b>22.96%</b>			

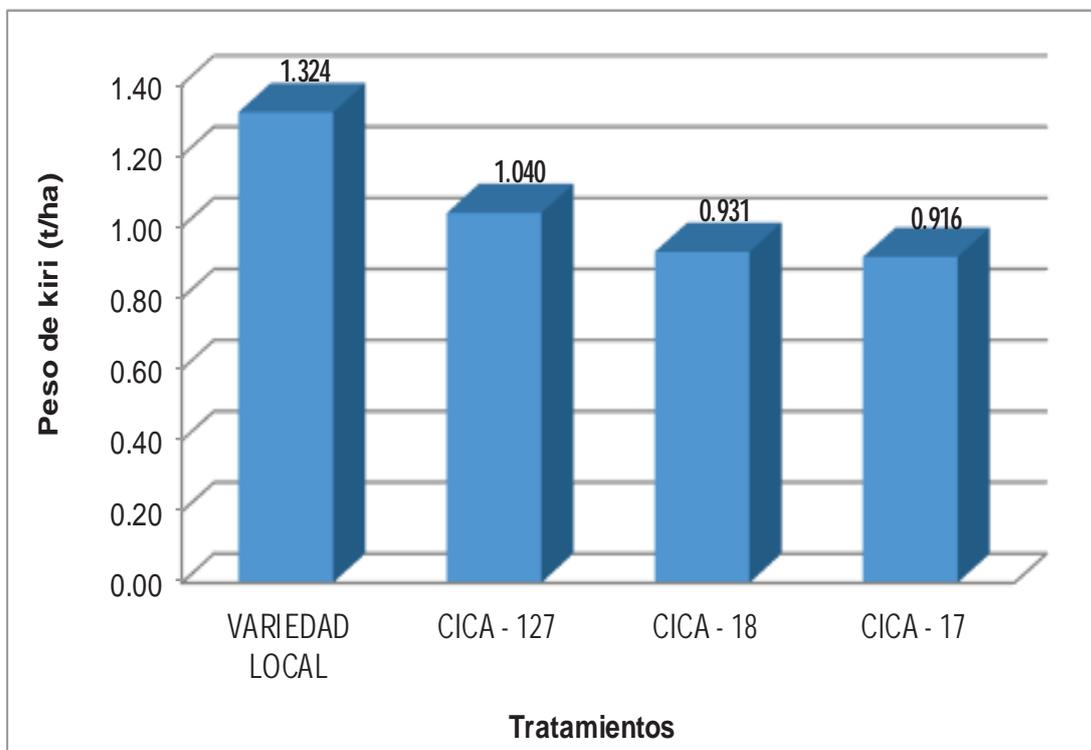


Gráfico 09. Peso de kiri (t/ha) estimada del área neta de evaluación

Cuadro 36. Peso de grano limpio en (g) promedio de 10 plantas.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	24.20	16.90	22.90	16.60	80.60	20.15
CICA - 18	27.60	23.70	19.70	23.70	94.70	23.68
CICA - 127	32.40	21.70	19.10	16.70	89.90	22.48
VARIEDAD LOCAL	31.30	11.30	18.80	27.20	88.60	22.15
Sumatoria	115.50	73.60	80.50	84.20	353.80	22.11

Cuadro 37. ANVA para Peso de grano limpio

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	258.373	86.124	3.838	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	25.703	8.568	0.382	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	201.983	22.443				
Total	15	486.058	<b>CV =</b>	<b>21.42%</b>			

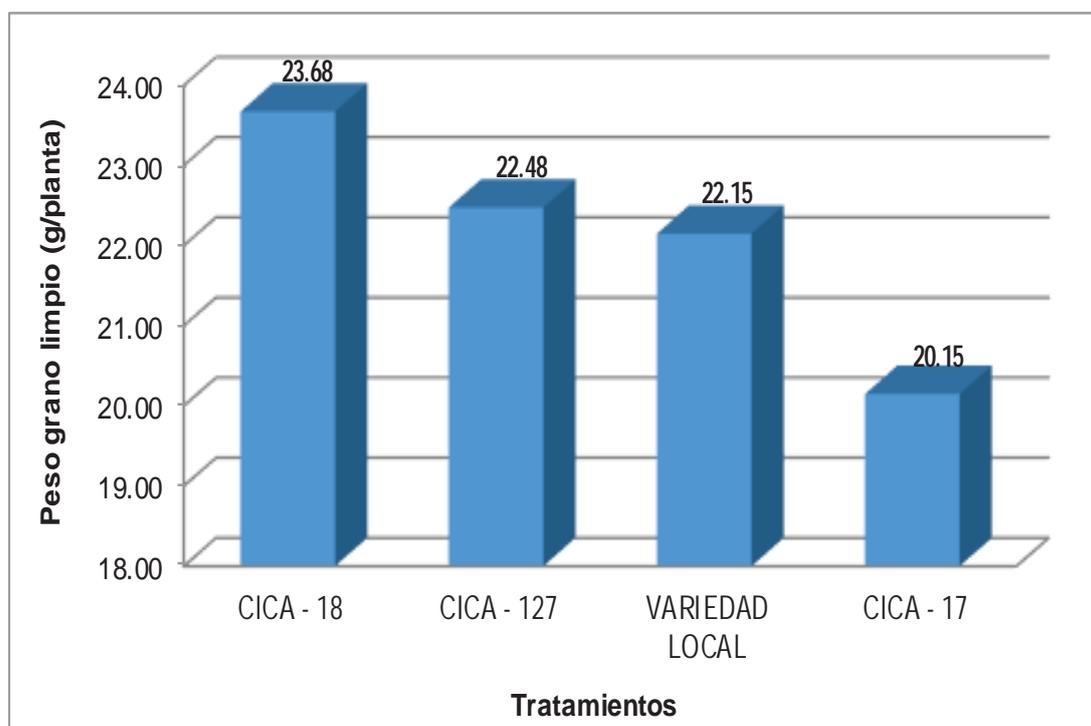


Gráfico 10. Peso de grano limpio en (g) promedio de 10 plantas

Cuadro 38. Peso de grano limpio (t/ha) estimado del área neta de evaluación

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	2.098	1.904	2.234	2.116	8.352	2.088
CICA - 18	1.910	2.320	1.997	2.200	8.427	2.107
CICA - 127	2.731	1.857	2.134	2.376	9.098	2.275
VARIEDAD LOCAL	3.095	1.619	0.914	2.919	8.547	2.137
Sumatoria	9.834	7.700	7.279	9.611	34.424	2.152

Cuadro 39. ANVA para Peso de grano limpio (t/ha) estimado del área neta de evaluación

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	1.27494	0.42498	1.47556	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.08553	0.02851	0.09898	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	2.59212	0.28801				
Total	15	3.95259	<b>CV =</b>	<b>24.94%</b>			

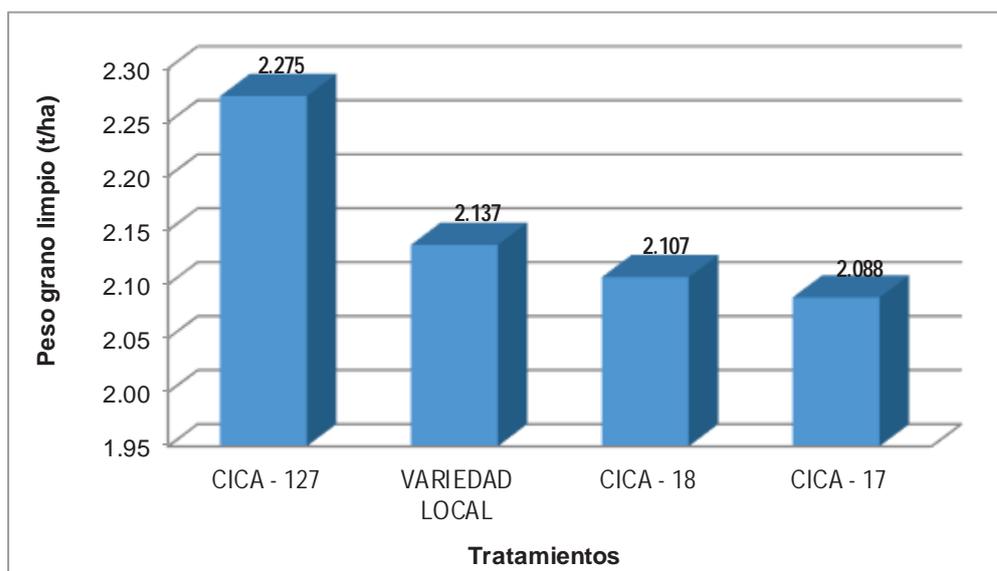


Gráfico 11. Peso de grano limpio (t/ha) estimado del área neta de evaluación

Cuadro 40. Peso total del grano (g/planta) promedio 10 plantas.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	34.10	23.60	28.40	23.10	109.20	27.30
CICA - 18	35.20	31.50	23.20	30.70	120.60	30.15
CICA - 127	39.70	29.40	23.50	22.60	115.20	28.80
VARIEDAD LOCAL	37.80	13.60	22.50	35.80	109.70	27.43
Sumatoria	146.80	98.10	97.60	112.20	454.70	28.42

Cuadro 41. ANVA para Peso total del grano (g/planta) promedio 10 plantas.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	400.107	133.369	3.599	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	21.527	7.176	0.194	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	333.471	37.052				
Total	15	755.104	<b>CV = 21.42%</b>				

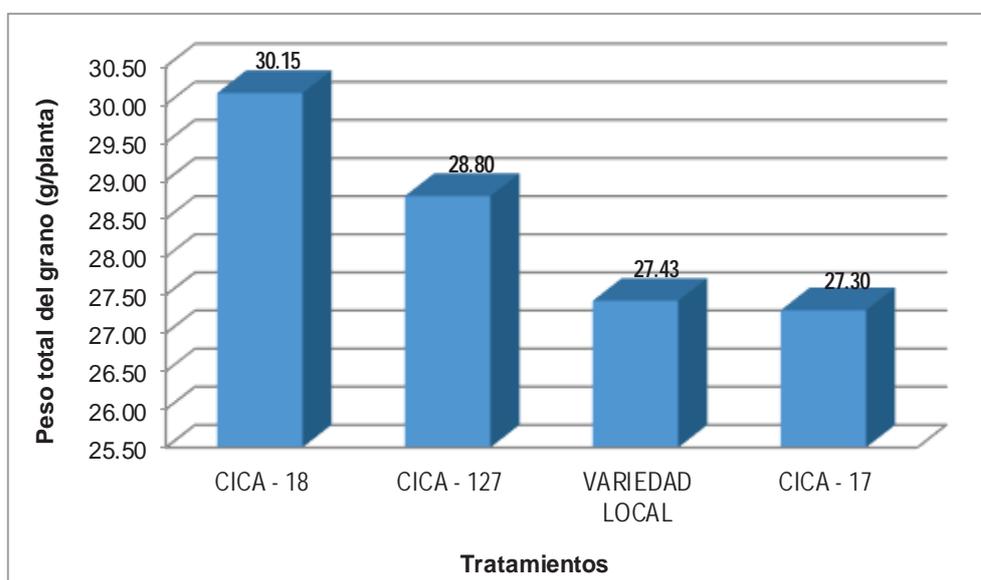


Gráfico 12. Peso total del grano (g/planta) promedio 10 plantas.

Cuadro 42. Peso total de grano (t/ha) estimado del área neta de evaluación

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	2.612	2.340	2.808	2.698	10.458	2.615
CICA - 18	2.680	3.021	2.751	2.763	11.215	2.804
CICA - 127	3.405	2.422	2.449	2.833	11.109	2.777
VARIEDAD LOCAL	4.447	2.018	1.223	3.749	11.437	2.859
Sumatoria	13.144	9.801	9.231	12.043	44.219	2.764

Cuadro 43. ANVA para Peso total de grano (t/ha) área neta de evaluación

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
Bloques	3	2.5599	0.8533	1.54970	3.8600	6.9900	NS. NS.
Tratamiento	3	0.1327	0.0442	0.08034	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	4.9556	0.5506				
Total	15	7.6482	<b>CV =</b>	<b>26.85%</b>			

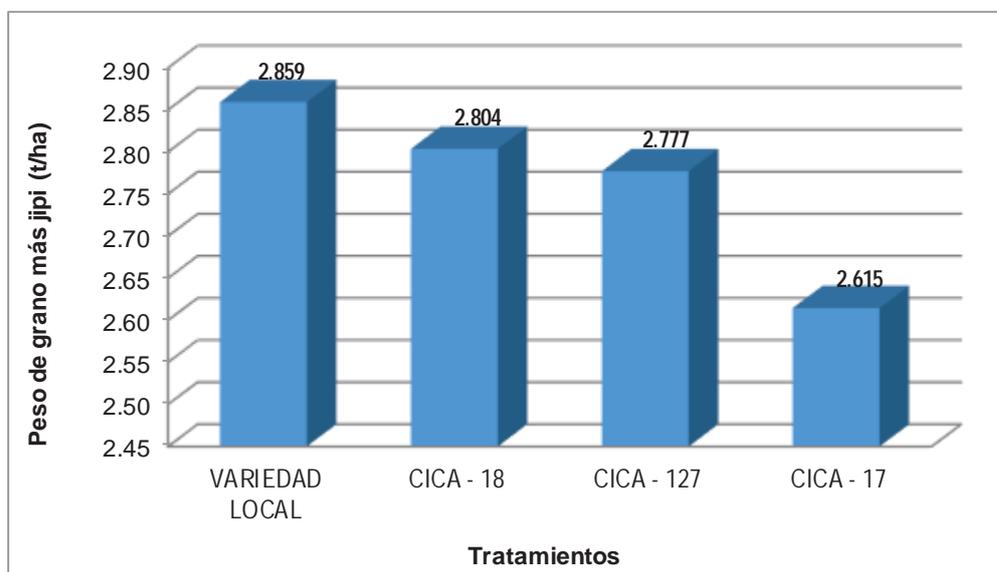


Gráfico 13. Peso total de grano (t/ha) estimado del área neta de evaluación

Cuadro 44. Número de granos por gramo.

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	220.00	245.00	260.00	241.00	966.00	241.50
CICA - 18	208.00	235.00	219.00	250.00	912.00	228.00
CICA - 127	233.00	215.00	203.00	199.00	850.00	212.50
VARIEDAD LOCAL	216.00	228.00	200.00	236.00	880.00	220.00
Sumatoria	877.00	923.00	882.00	926.00	3608.00	225.50

Cuadro 45. ANVA para Número de granos por gramo.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	510.5000	170.1667	0.55580	0.0690	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	3	1846.0000	615.3333	2.00980	3.8600	6.9900	NS. NS.
Error	9	2755.5000	306.1667				
Total	15	5112.0000	<b>CV =</b>	<b>7.76%</b>			

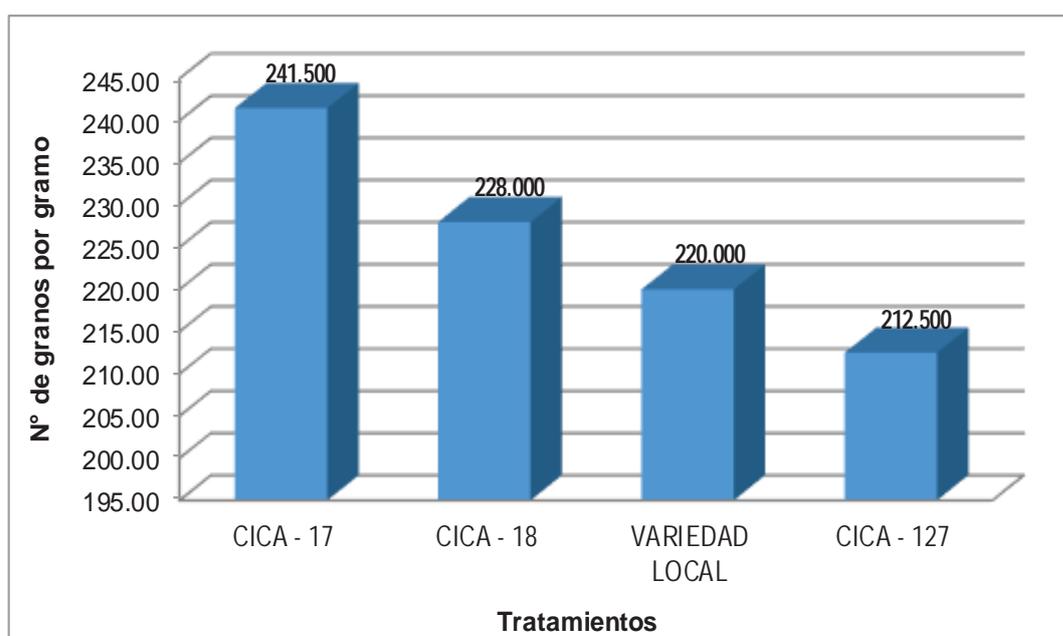


Gráfico 14. Número de granos por gramo.

Cuadro 46. Diámetro del grano en (mm)

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	2.27	2.19	2.21	2.24	8.91	2.23
CICA - 18	2.19	2.25	2.20	2.23	8.87	2.22
CICA - 127	1.97	2.17	2.23	1.93	8.30	2.08
VARIEDAD LOCAL	2.05	1.99	2.16	2.25	8.45	2.11
Sumatoria	8.48	8.60	8.80	8.65	34.53	2.16

Cuadro 47. ANVA para Diámetro del grano

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.0132	0.0044	0.40331	0.0690	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	3	0.0693	0.0231	2.12295	3.8600	6.9900	NS. NS.
Error	9	0.0980	0.0109				
Total	15	0.1804	<b>CV =</b>	<b>4.83%</b>			

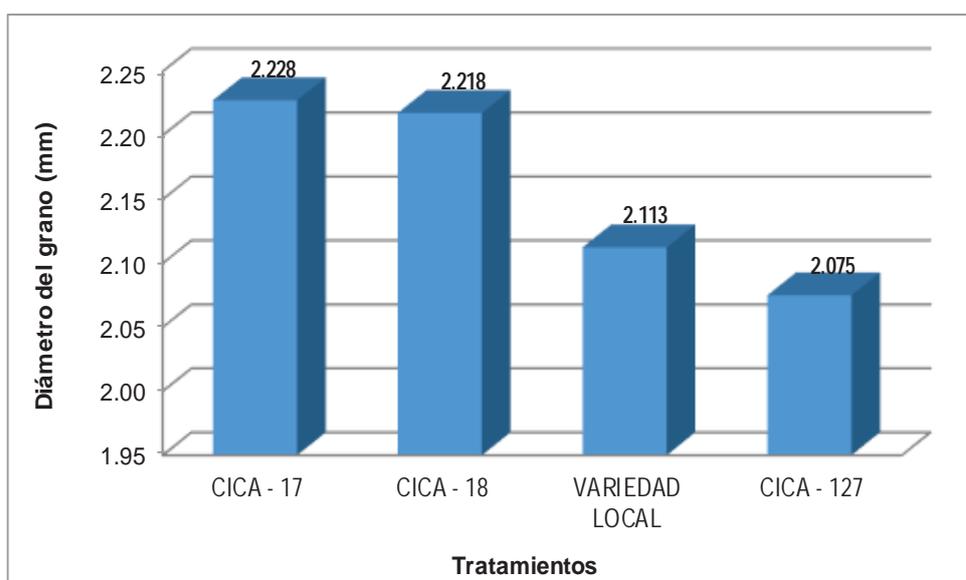


Gráfico 15 Diámetro del grano en (mm)

## 6.2 Evaluaciones fenológicas

Cuadro 48. Evaluaciones fenológicas, promedio de 10 plantas en días desde la siembra.

Variedad	Emergencia	Dos Hojas Verdaderas	Cuatro Hojas Verdaderas	Seis Hojas Verdaderas	Ramificación	Panojamiento	Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso	Madurez Fisiológica
CICA - 17	7	15	23	29	44	63	94	126	137	155
CICA - 18	7	14	25	30	45	61	93	124	135	153
CICA - 127	7	13	24	29	43	64	95	125	136	151
TESTIGO	9	16	27	33	50	70	104	141	155	171
Promedio	7.50	14.50	24.75	30.25	45.50	64.50	96.50	129.00	140.75	157.50
D. S.	1.00	1.29	1.71	1.89	3.11	3.87	5.07	8.04	9.54	9.15
CV (%)	13.33	8.90	6.90	6.26	6.83	6.00	5.25	6.23	6.77	5.81
Ls	9.00	16.00	27.00	33.00	50.00	70.00	104.00	141.00	155.00	171.00
Li	7.00	13.00	23.00	29.00	43.00	61.00	93.00	124.00	135.00	151.00
Rango	2.00	3.00	4.00	4.00	7.00	9.00	11.00	17.00	20.00	20.00



### 6.3 Análisis bromatológico

Cuadro 49. Análisis bromatológico de las variedades de quinua del estudio (análisis físico-químico).

Variedades quinua	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)
Var. Cica-17	10.18	15.62	6.20	2.32	65.68	6.24
Var. Cica-127	10.28	22.59	6.55	2.08	58.50	6.02
Var. Cica-18	10.46	16.42	6.42	2.17	64.53	6.10
Var. Local (A, Marangani)	9.79	15.50	6.80	2.00	65.91	6.60
Promedio	10.18	17.53	6.49	2.14	63.66	6.24
D. S.	0.28	3.40	0.25	0.14	3.49	0.26
CV (%)	2.78	19.37	3.86	6.40	5.48	4.11
Ls	10.46	22.59	6.80	2.32	65.91	6.60
Li	9.79	15.50	6.20	2.00	58.50	6.02
Rango	0.67	7.09	0.60	0.32	7.41	0.58

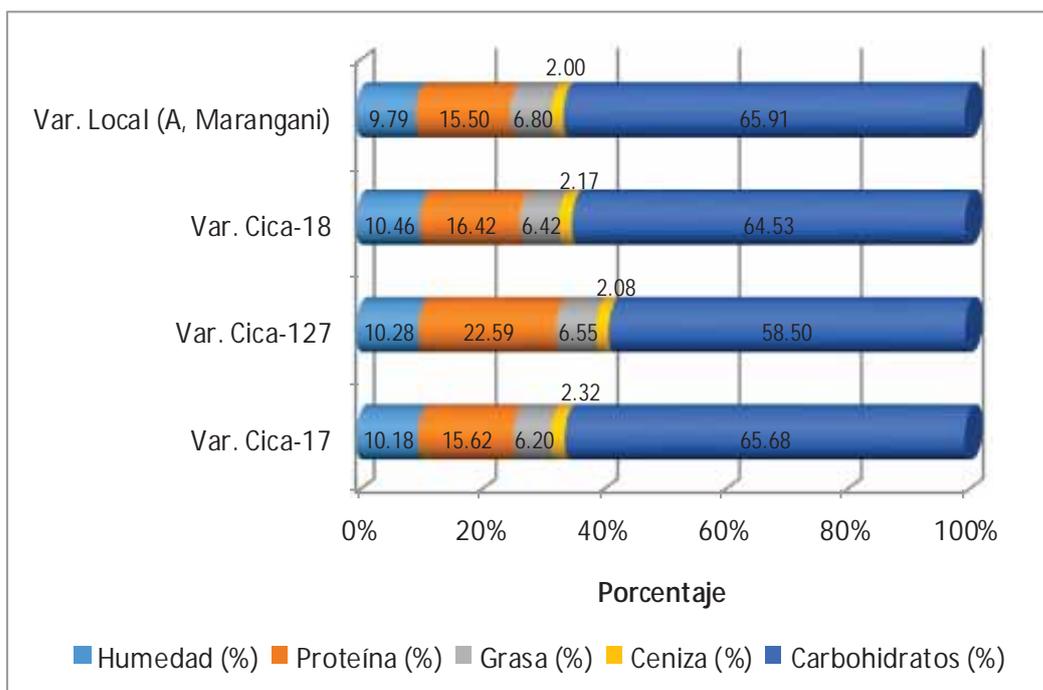


Gráfico 17. Distribución del análisis bromatológico de quinua en porcentaje.

## 6.4 Contenido de aminoácidos

Cuadro 50. Contenido de Ácido aspártico del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	57.529	67.311	73.887	198.727	66.242
CICA - 18	50.902	60.942	70.009	181.853	60.618
CICA - 127	35.179	40.233	57.293	132.705	44.235
VARIEDAD LOCAL	60.211	61.198	94.489	215.898	71.966
Sumatoria	203.821	229.684	295.678	729.183	60.765

Cuadro 51. ANVA para contenido de Ácido aspártico del grano (mg/100 g) por análisis químico

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	1286.1786	428.72619	2.54408	4.0700	7.5900	NS. NS.
Error	8	1348.1555	168.51944				
Total	11	2634.3341	<b>CV = 21.36%</b>				

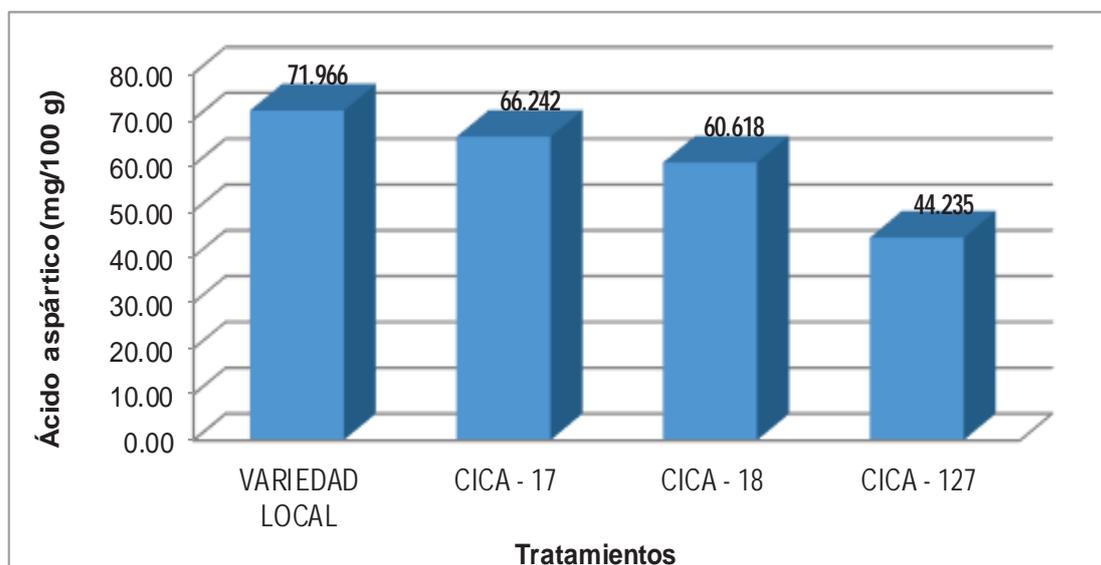


Gráfico 18. Contenido de Ácido aspártico en el grano (mg/100 g).

Cuadro 52. Contenido de Ácido glutámico del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	146.927	183.401	191.305	521.633	173.878
CICA - 18	127.059	149.749	168.905	445.713	148.571
CICA - 127	102.389	120.917	137.223	360.529	120.176
VARIEDAD LOCAL	135.798	170.319	172.228	478.345	159.448
Sumatoria	512.173	624.386	669.661	1806.220	150.518

Cuadro 53. ANVA para contenido de Ácido glutámico del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	4649.4973	1549.83242	3.59723	4.0700	7.5900	NS. NS.
Error	8	3446.7258	430.84073				
Total	11	8096.2231	<b>CV = 13.79%</b>				

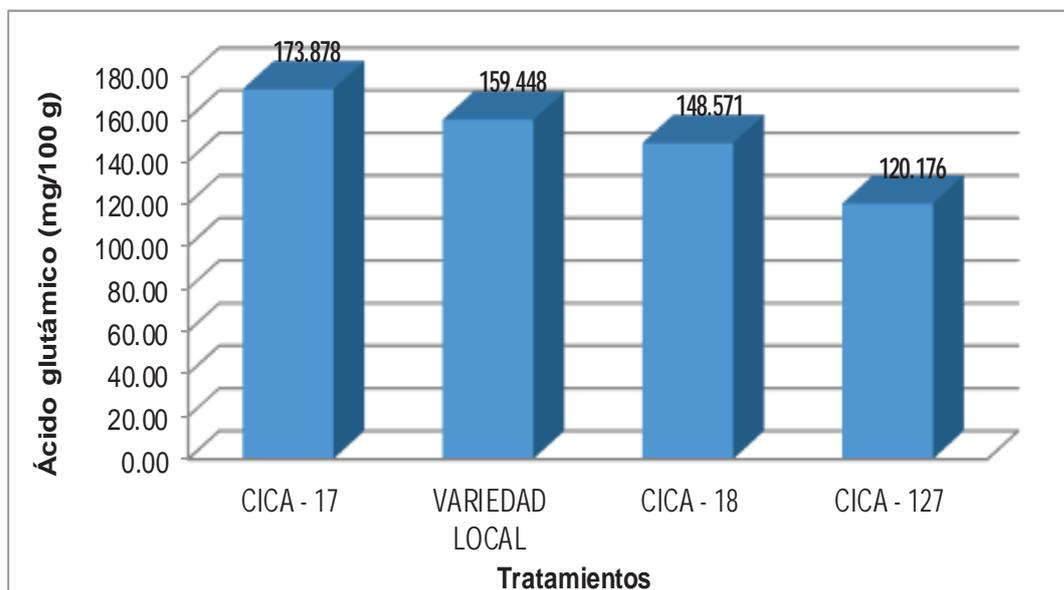


Gráfico 19. Contenido de Ácido glutámico en el grano (mg/100 g).

Cuadro 54. Contenido de Ceína del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	57.305	64.032	69.243	190.580	63.527
CICA - 18	52.689	56.543	61.245	170.477	56.826
CICA - 127	48.503	54.300	61.274	164.077	54.692
VARIEDAD LOCAL	53.560	55.986	55.690	165.236	55.079
Sumatoria	212.057	230.861	247.452	690.370	57.531

Cuadro 55. ANVA para contenido de Ceína del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	151.5524	50.51748	2.08699	4.0700	7.5900	NS. NS.
Error	8	193.6468	24.20585				
Total	11	345.1993	<b>CV = 8.55%</b>				

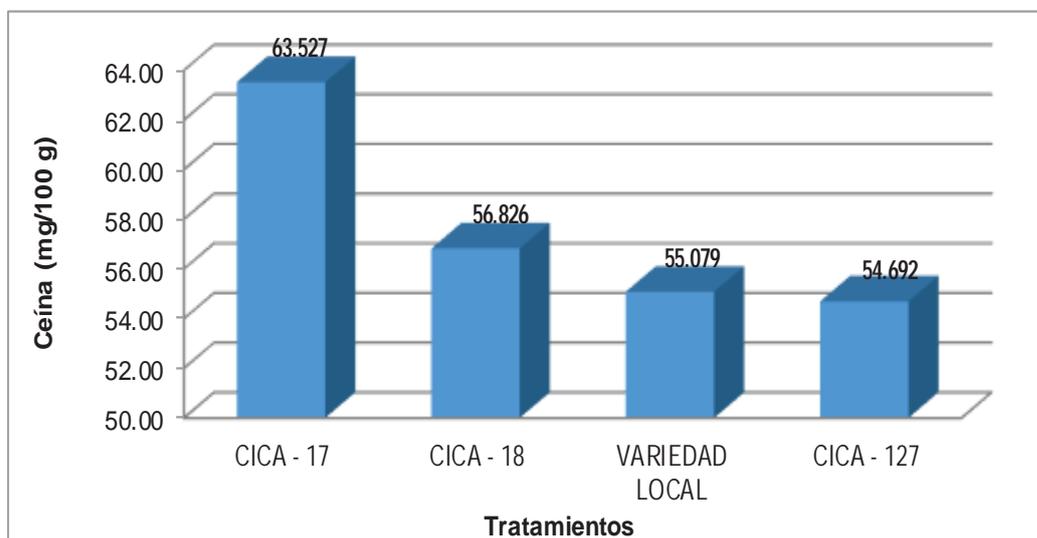


Gráfico 20. Contenido de Ceína en el grano (mg/100 g).

Cuadro 56. Contenido de Histidina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	71.303	84.809	84.739	240.851	80.284
CICA - 18	71.172	65.682	66.696	203.550	67.850
CICA - 127	77.227	82.937	90.929	251.093	83.698
VARIEDAD LOCAL	73.694	71.420	75.655	220.769	73.590
Sumatoria	293.396	304.848	318.019	916.263	76.355

Cuadro 57. ANVA para contenido de Histidina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	447.9938	149.33127	4.94121	4.0700	7.5900	* NS.
Error	8	241.7729	30.22161				
Total	11	689.7667	<b>CV =</b>	<b>7.20%</b>			

Cuadro 58. Prueba Tukey para contenido de Histidina del grano (mg/100 g).

ALS(5%) = 14.38				
Nº	Tratamiento	Histidina (mg/100 g)	Significación de	
Orden			5%	
I	CICA - 127	83.698	a	
II	CICA - 17	80.284	a b	
III	VARIEDAD LOCAL	73.590	a b	
VI	CICA - 18	67.850	b	

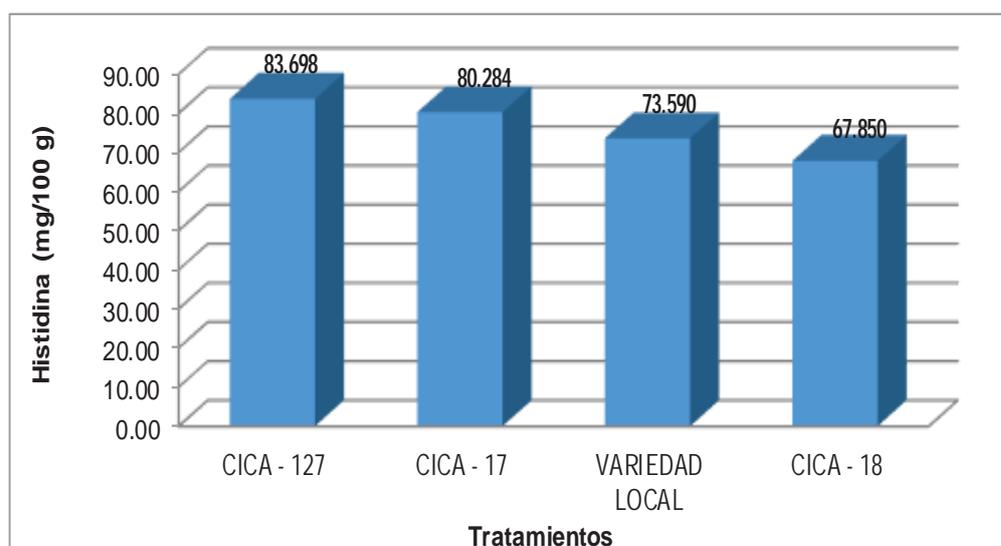


Gráfico 21. Contenido de Histidina en el grano (mg/100 g)

Cuadro 59. Contenido de Glicina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	331.076	354.379	368.968	1054.423	351.474
CICA - 18	296.832	294.642	305.836	897.310	299.103
CICA - 127	302.244	321.823	340.499	964.566	321.522
VARIEDAD LOCAL	366.105	335.288	341.776	1043.169	347.723
Sumatoria	1296.257	1306.132	1357.079	3959.468	329.956

Cuadro 60. ANVA para contenido de Glicina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	5405.1731	1801.72435	6.99461	4.0700	7.5900	* NS.
Error	8	2060.7011	257.58764				
Total	11	7465.8742	CV = 4.86%				

Cuadro 61. Prueba Tukey para contenido de Glicina del grano (mg/100 g).

ALS(5%) = 41.98				
Nº	Tratamiento	Glicina (mg/100 g)	Significación de	
Orden			5%	
I	CICA - 17	351.474	a	
II	VARIEDAD LOCAL	347.723	a	
III	CICA - 127	321.522	a b	
VI	CICA - 18	299.103	b	

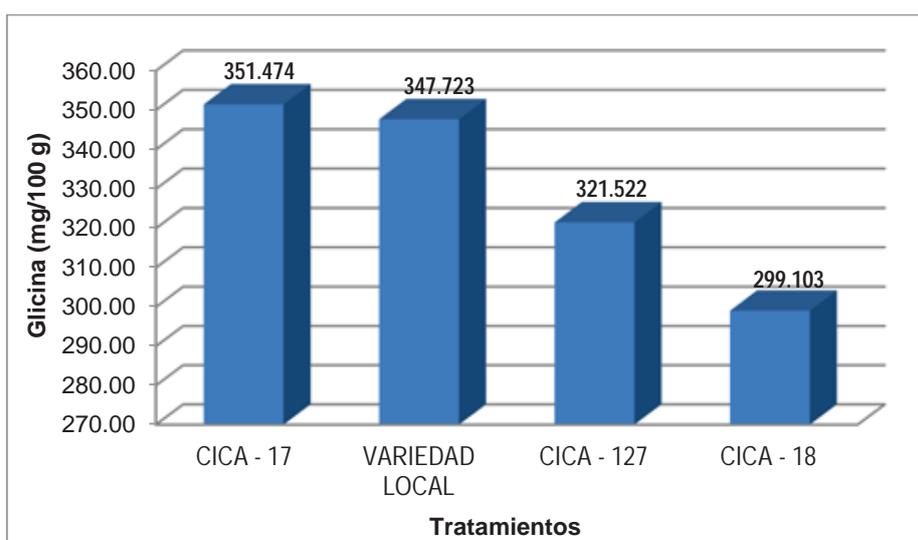


Gráfico 22. Contenido de Glicina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 62. Contenido de Treonina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	71.664	79.402	80.804	231.870	77.290
CICA - 18	36.338	39.085	41.479	116.902	38.967
CICA - 127	49.146	53.548	37.222	139.916	46.639
VARIEDAD LOCAL	71.770	69.666	74.730	216.166	72.055
Sumatoria	228.918	241.701	234.235	704.854	58.738

Cuadro 63. ANVA para contenido de Treonina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	3176.4036	1058.80120	38.97313	4.0700	7.5900	**
Error	8	217.3397	27.16746				
Total	11	3393.7433	<b>CV = 8.87%</b>				

Cuadro 64 Prueba Tukey para contenido de Treonina del grano (mg/100 g).

ALS(5%) = 13.63		ALS(1%) = 18.66		
Nº Orden	Tratamiento	Treonina (mg/100 g)	Significación de	
			5%	1%
I	CICA - 17	77.290	a	a
II	VARIEDAD LOCAL	72.055	a	a
III	CICA - 127	46.639	b	b
VI	CICA - 18	38.967	b	b

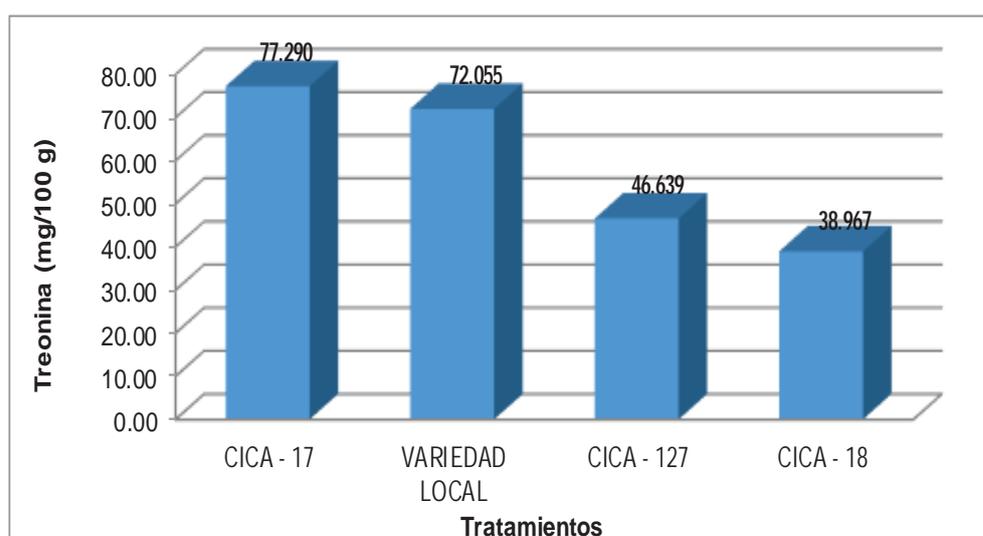


Gráfico 23. Contenido de Treonina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 65. Contenido de Arginina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	105.191	117.078	123.285	345.554	115.185
CICA - 18	76.350	78.485	82.573	237.408	79.136
CICA - 127	85.105	84.535	93.173	262.813	87.604
VARIEDAD LOCAL	104.171	109.169	108.721	322.061	107.354
Sumatoria	370.817	389.267	407.752	1167.836	97.320

Cuadro 66. ANVA para contenido de Arginina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	2534.6184	844.87282	26.92350	4.0700	7.5900	**
Error	8	251.0440	31.38050				
Total	11	2785.6624	<b>CV = 5.76%</b>				

Cuadro 67. Prueba Tukey para contenido de Arginina del grano (mg/100 g).

		ALS(5%) = 14.65	ALS(1%) = 20.05	
Nº	Tratamiento	Arginina (mg/100 g)	Significación de	
Orden			5%	1%
I	CICA - 17	115.185	a	a
II	VARIEDAD LOCAL	107.354	a	a b
III	CICA - 127	87.604	b	b c
VI	CICA - 18	79.136	b	c

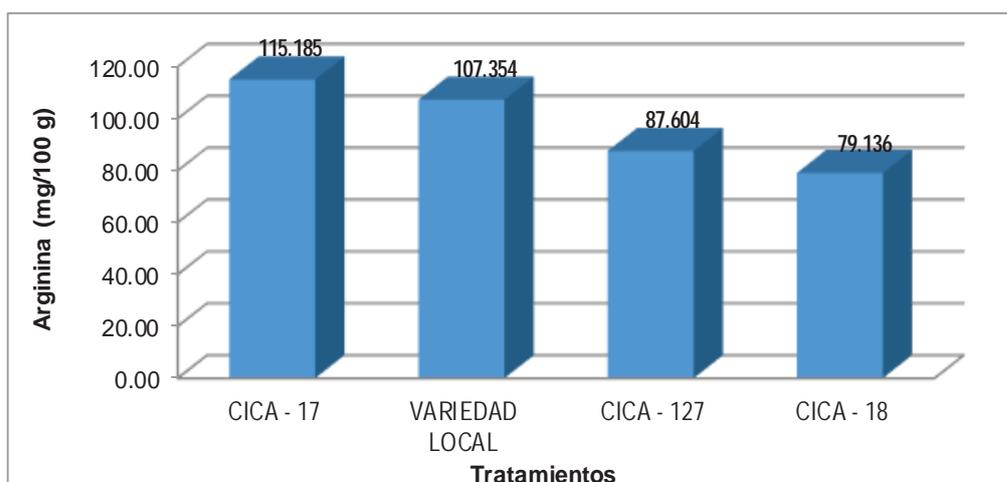


Gráfico 24. Contenido de Arginina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 68. Contenido de Alanina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	83.277	92.739	96.715	272.731	90.910
CICA - 18	69.077	76.071	93.852	239.000	79.667
CICA - 127	85.047	66.891	92.331	244.269	81.423
VARIEDAD LOCAL	79.625	100.709	83.575	263.909	87.970
Sumatoria	317.026	336.410	366.473	1019.909	84.992

Cuadro 69. ANVA para contenido de Alanina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	254.9703	84.99010	0.66913	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	8	1016.1335	127.01669				
Total	11	1271.1038	<b>CV = 13.26%</b>				

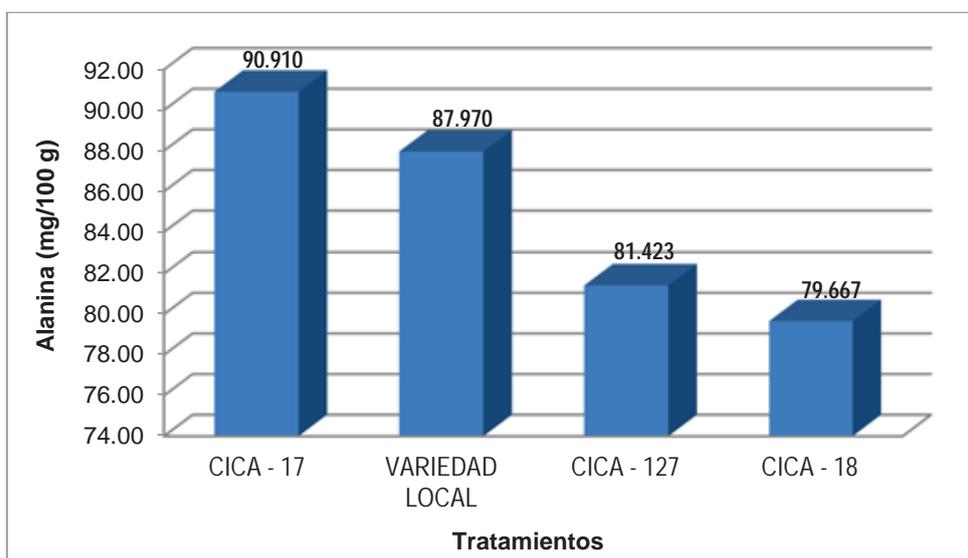


Gráfico 25. Contenido de Alanina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 70. Contenido de Tirosina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	22.451	24.012	26.019	72.482	24.161
CICA - 18	21.619	22.231	25.430	69.280	23.093
CICA - 127	19.374	21.314	24.517	65.205	21.735
VARIEDAD LOCAL	22.023	22.606	22.592	67.221	22.407
Sumatoria	85.467	90.163	98.558	274.188	22.849

Cuadro 71. ANVA para contenido de Tirosina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	9.6496	3.21653	0.90326	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	8	28.4881	3.56102				
Total	11	38.1377	<b>CV =</b>	<b>8.26%</b>			

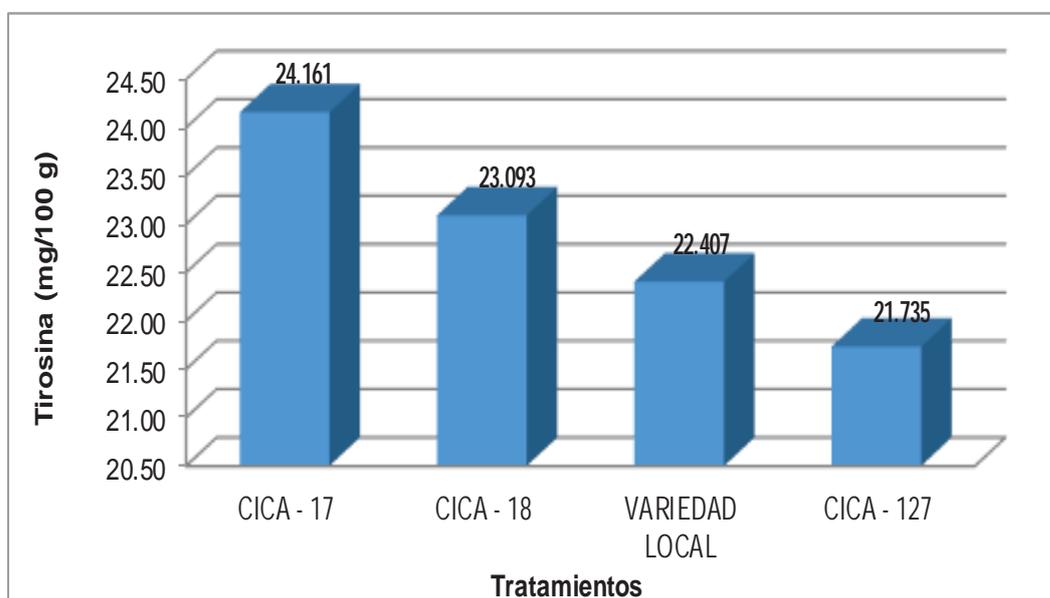


Gráfico 26. Contenido de Tirosina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 72. Contenido de Valina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	102.361	103.880	103.829	310.070	103.357
CICA - 18	81.963	80.847	90.390	253.200	84.400
CICA - 127	76.474	58.753	73.021	208.248	69.416
VARIEDAD LOCAL	77.802	91.255	86.408	255.465	85.155
Sumatoria	338.600	334.735	353.648	1026.983	85.582

Cuadro 73. ANVA para contenido de Valina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	1736.5734	578.85778	14.23616	4.0700	7.5900	**
Error	8	325.2888	40.66110				
Total	11	2061.8621	<b>CV = 7.45%</b>				

Cuadro 74. Prueba Tukey para contenido de Valina del grano (mg/100 g).

ALS(5%) = 16.68		ALS(1%) = 22.83		
Nº	Tratamiento	Valina	Significación de	
Orden		(mg/100 g)	5%	1%
I	CICA - 17	103.357	a	a
II	VARIEDAD LOCAL	85.155	b	a b
III	CICA - 18	84.400	b	a b
VI	CICA - 127	69.416	b	b

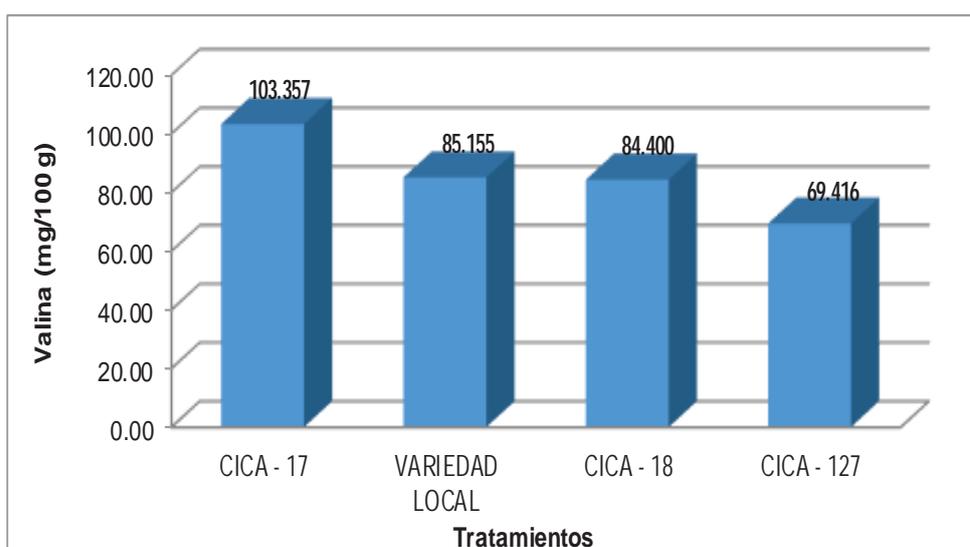


Gráfico 27. Contenido de Valina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 75. Contenido de Metionina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	36.674	39.186	48.104	123.964	41.321
CICA - 18	43.288	21.214	22.681	87.183	29.061
CICA - 127	9.052	17.826	12.875	39.753	13.251
VARIEDAD LOCAL	21.692	23.033	20.287	65.012	21.671
Sumatoria	110.706	101.259	103.947	315.912	26.326

Cuadro 76. ANVA para contenido de Metionina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	1274.9040	424.96800	8.10768	4.0700	7.5900	**
Error	8	419.3238	52.41548				
Total	11	1694.2278	<b>CV = 27.50%</b>				

Cuadro 77. Prueba Tukey para contenido de Metionina del grano (mg/100 g).

Nº	Tratamiento	Metionina (mg/100 g)	Significación de	
			5%	1%
I	CICA - 17	41.321	a	a
II	CICA - 18	29.061	a b	a b
III	VARIEDAD LOCAL	21.671	b	a b
VI	CICA - 127	13.251	b	b

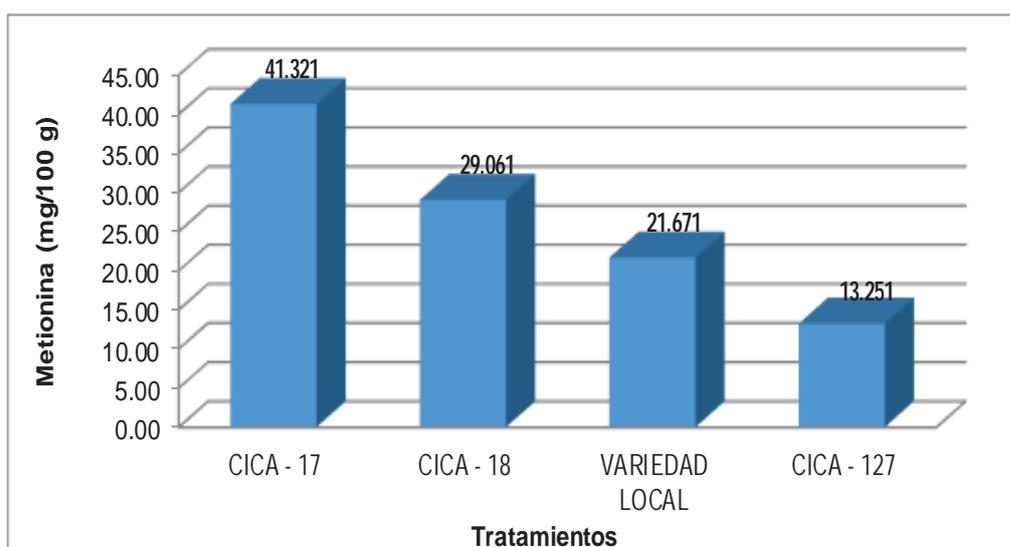


Gráfico 28. Contenido de Metionina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 78. Contenido de Fenilalanina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	44.734	51.577	54.746	151.057	50.352
CICA - 18	42.965	43.135	47.497	133.597	44.532
CICA - 127	40.255	43.061	47.756	131.072	43.691
VARIEDAD LOCAL	50.855	37.308	39.201	127.364	42.455
Sumatoria	178.809	175.081	189.200	543.090	45.258

Cuadro 79. ANVA para contenido de Fenilalanina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	110.3821	36.79403	1.45766	4.0700	7.5900	NS. NS.
Error	8	201.9355	25.24193				
Total	11	312.3176	CV = 11.10%				

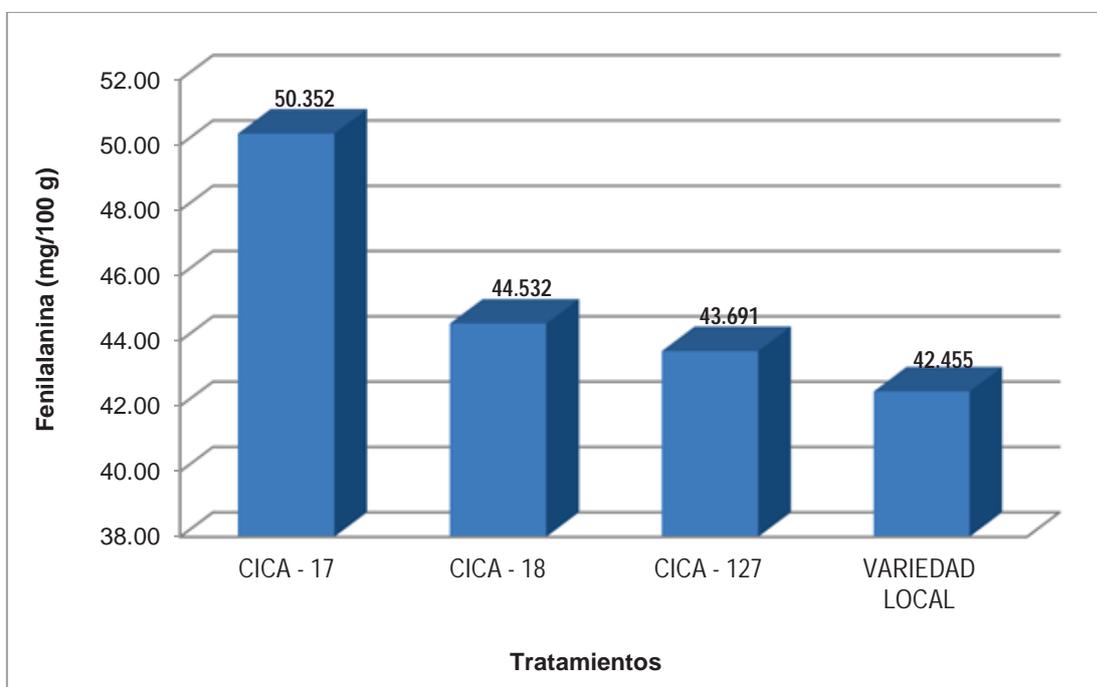


Gráfico 29. Contenido de Fenilalanina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 80. Contenido de Isoleucina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	49.963	64.119	67.027	181.109	60.370
CICA - 18	55.247	46.841	55.327	157.415	52.472
CICA - 127	49.801	54.187	60.039	164.027	54.676
VARIEDAD LOCAL	63.091	41.814	42.740	147.645	49.215
Sumatoria	218.102	206.961	225.133	650.196	54.183

Cuadro 81. ANVA para contenido de Isoleucina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	198.3818	66.12725	0.95105	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	8	556.2464	69.53080				
Total	11	754.6282	<b>CV =</b>	<b>15.39%</b>			

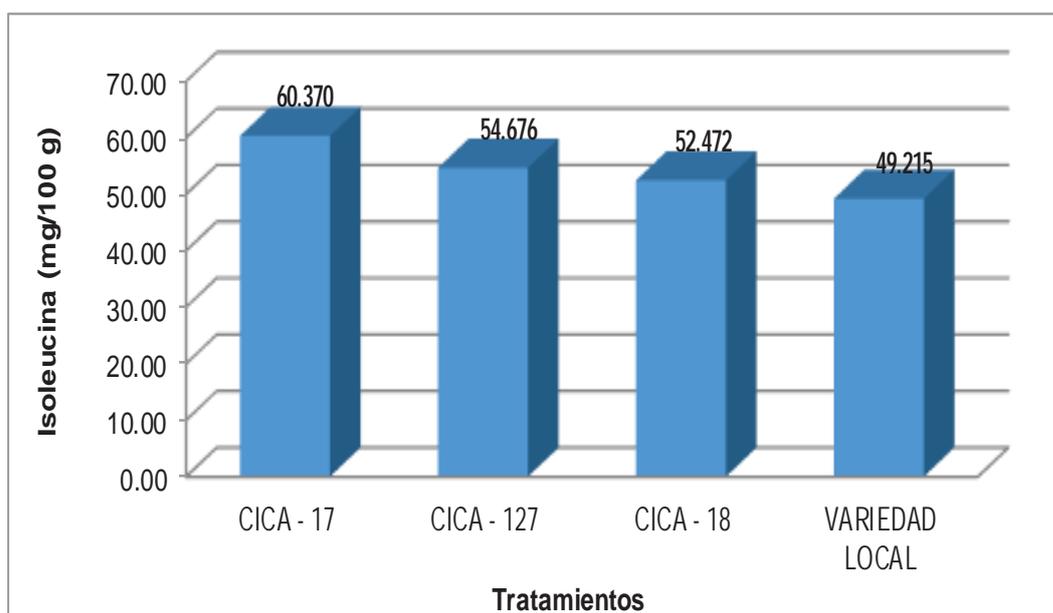


Gráfico 30. Contenido de Isoleucina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 82. Contenido de Leucina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	72.733	85.824	91.066	249.623	83.208
CICA - 18	65.841	73.974	78.993	218.808	72.936
CICA - 127	59.741	65.007	75.096	199.844	66.615
VARIEDAD LOCAL	73.788	62.257	65.160	201.205	67.068
Sumatoria	272.103	287.062	310.315	869.480	72.457

Cuadro 83. ANVA para contenido de Leucina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	536.9306	178.97686	3.11176	4.0700	7.5900	NS. NS.
Error	8	460.1304	57.51631				
Total	11	997.0610	<b>CV =</b>	<b>10.47%</b>			

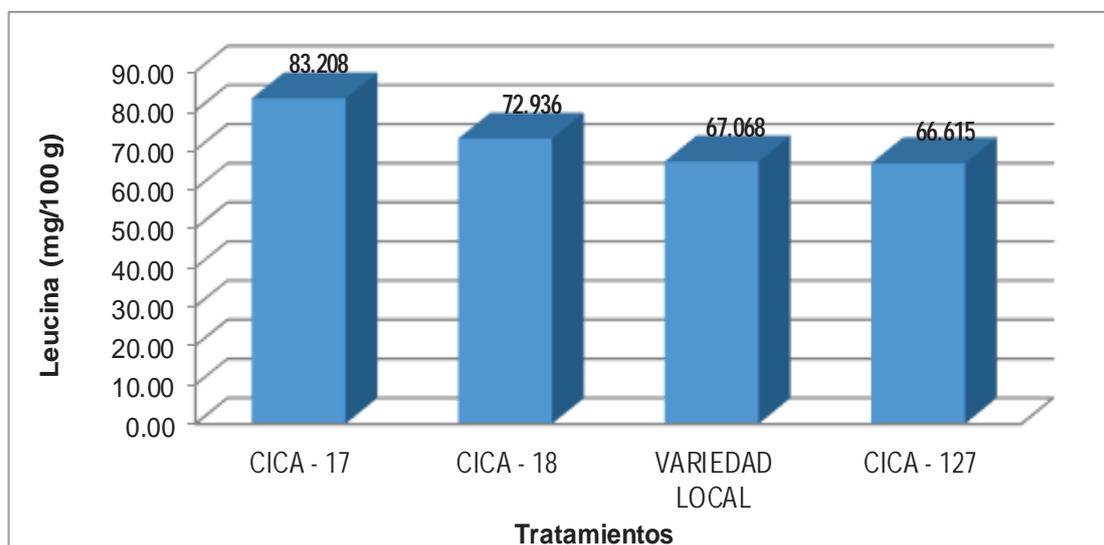


Gráfico 31. Contenido de Leucina en el grano (mg/100 g).

Cuadro 84. Contenido de Lisina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	Rep-1	Rep-2	Rep-3		
CICA - 17	266.390	296.001	298.144	860.535	286.845
CICA - 18	266.304	253.441	255.139	774.884	258.295
CICA - 127	258.078	272.345	300.282	830.705	276.902
VARIEDAD LOCAL	255.346	209.598	220.911	685.855	228.618
Sumatoria	1046.118	1031.385	1074.476	3151.979	262.665

Cuadro 85. ANVA para contenido de Lisina del grano (mg/100 g) por análisis químico.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Variedades	3	5896.8912	1965.63040	5.64664	4.0700	7.5900	* NS.
Error	8	2784.8504	348.10629				
Total	11	8681.7416	CV = 7.10%				

Cuadro 86. Prueba Tukey para contenido de Lisina del grano (mg/100 g).

ALS(5%) = 48.80				
Nº Orden	Tratamiento	Lisina (mg/100 g)	Significación de	
			5%	
I	CICA - 17	286.845	a	
II	CICA - 127	276.902	a b	
III	CICA - 18	258.295	a b	
VI	VARIEDAD LOCAL	228.618	b	

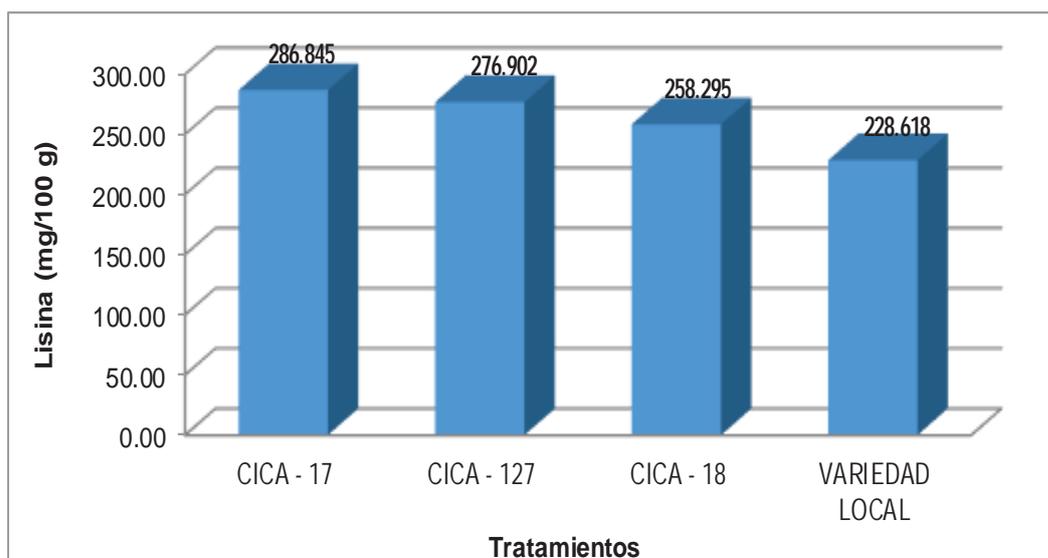


Gráfico 32. Contenido de Lisina en el grano (mg/100 g).

## 6.5 Contenido de saponina

Cuadro 87. Contenido de saponina en los granos en ml de espuma

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
CICA - 17	5.95	6.17	8.25	6.25	26.62	6.66
CICA - 18	5.16	6.26	7.02	7.20	25.64	6.41
CICA - 127	6.27	5.97	6.16	7.45	25.85	6.46
VARIEDAD LOCAL	8.25	7.21	6.37	7.33	29.16	7.29
Sumatoria	25.63	25.61	27.80	28.23	107.27	6.70

Cuadro 88. ANVA para Contenido de saponina en los granos (ml).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	1.4572	0.4857	0.56872	0.0690	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	3	1.9622	0.6541	0.76583	0.0690	0.0230	NS. NS.
Error	9	7.6866	0.8541				
Total	15	11.1060	<b>CV =</b>	<b>13.78%</b>			

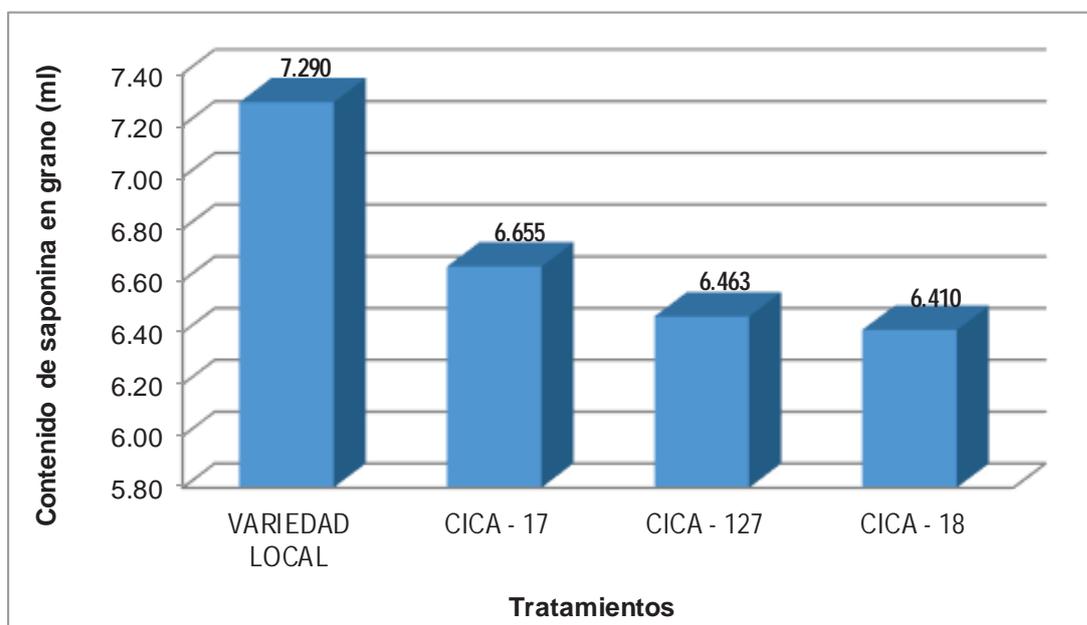


Gráfico 33. Contenido de saponina en granos en ml.

## VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 Características de rendimiento

#### 7.1.1 Altura promedio de planta.

En el cuadro 15 para altura de planta se tiene un promedio general de 1.416 m y al realizar el ANVA para altura de planta se tiene para bloques y tratamientos no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 7.26%.

En el grafico 01 para altura promedio de planta se tienen homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. Local (testigo) con 1.518 m tiene mayor altura que el resto, sin embargo esta diferencia no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (Ver gráfico 03)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya- distrito de Paruro no fueron significativas la variación de altura de planta para las variedades Cica 127, Cica 17 y Cica 18, con alturas entre 1.73 a 1.79 m, siendo estas mayores, debido posiblemente a que la localidad de Paruro tiene un clima más cálido que San Salvador.

#### 7.1.2 Longitud promedio del tallo (m)

En el cuadro 17 para longitud promedio del tallo se tiene un promedio general de 1.133 m y al realizar el ANVA para longitud promedio del tallo se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques; mientras que para tratamientos se tiene significancia al nivel del 1%, indicando que existe un 99% de certeza de encontrar diferencias estadísticas dentro de la variable; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 5.97%.

En el cuadro 19 Prueba Tukey para longitud promedio del tallo se tiene al nivel de significación del 5% la var. local (testigo) con 1.295 m es superior al resto; mientras que al nivel del 1% la Var. local (testigo) con 1.295 m, la CICA 127 con 1.108 m y CICA 17 con 1.103 m son estadísticamente iguales entre sí y superiores a la variedad CICA 18 con 1.028 m. (ver gráfico 02)

#### 7.1.3 Longitud promedio de la panoja (m)

En el cuadro 20 para longitud promedio de la panoja se tiene un promedio general de 0.283 m y al realizar el ANVA para longitud promedio de la panoja se

tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques; así como para tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 16.00%. En el grafico 03 para longitud promedio de panoja (m) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numerico se puede establecer que la var. CICA 18 con 0.306 m tiene mayor longitud que el resto, sin embargo esta diferencia numerica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 03)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del Distrito de Paruro, no fueron significativas para la longitud de panoja para las variedades Cica 18, Cica 17 y Cica 127 que variaron entre 65.02 a 68.81 cm.; del mismo modo se vuelve a configurar mayores longitudes debido posiblemente al mejor clima y mayor desarrollo de las variedades en estudio.

#### **7.1.4 Diámetro promedio de la panoja (cm)**

En el cuadro 22 para diámetro promedio de la panoja (cm) se tiene un promedio general de 4.75 cm y al realizar el ANVA para diámetro promedio de la panoja se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 11.62%.

En el grafico 04 para diámetro promedio de la panoja se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numerico se puede establecer que la var. CICA 127 con 4.87 cm tiene mayor diámetro que el resto, sin embargo esta diferencia numerica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 04)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro, no fueron significativas para las variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127 con diámetro de panoja entre 7.00 a 7.29 cm. De igual modo se tiene que debido al clima de Paruro las panojas sean más laxas y por tanto aparentan mayor diámetro que las evaluadas en San Salvador

#### **7.1.5 Diámetro promedio del tallo (cm)**

En el cuadro 24 para diámetro promedio del tallo (cm) se tiene un promedio general de 0.984 cm y al realizar el ANVA para diámetro promedio del tallo se

tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 9.66%. En el gráfico 05 para diámetro promedio del tallo se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. local (testigo) con 1.060 cm tiene mayor diámetro que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 05)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro, no fueron significativas el diámetro de tallo para las variedades CICA 127, CICA 17 y CICA 18 con diámetro del tallo entre 1.376 a 1.399 cm. Por las fotografías del estudio se tienen plantas más altas y más robustas en Paruro que en San Salvador, efecto producido posiblemente debido al clima.

#### **7.1.6 Peso promedio de jipi (g/planta)**

En el cuadro 26 para peso promedio de jipi (g/planta) se tiene un promedio general de 6.31 g/planta y al realizar el ANVA para peso promedio de jipi se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 26.89%.

En el gráfico 06 para peso promedio de jipi (g/planta) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. CICA 17 con 7.15 g/planta tiene mayor diámetro que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 06)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya de Distrito de Paruro tampoco fueron significativas para las variedades CICA 127, CICA 18 y CICA 17 con peso de jipi entre 35.50 y 40.71 g. También es notorio las diferencias en este carácter.

#### **7.1.7 Peso promedio de jipi (t/ha) estimado del área neta.**

En el cuadro 28 para peso promedio de jipi (t/ha) se tiene un promedio general de 0.650 t/ha, lo que indica un limitado índice para el experimento por ello se realiza la transformación de datos. En el cuadro 29 transformación de peso

promedio de jipi (t/ha) se tiene un promedio general de 0.790 t/ha, lo que indica un aceptable índice para el experimento.

En el cuadro 30 ANVA para peso promedio de jipi (t/ha) se tiene para bloques no significancia, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 17.52%.

En el grafico 07 para peso promedio de jipi (t/ha) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numerico se puede establecer que la var. Cica 18 con 0.833 t/ha tiene mayor peso en jipi que el resto, sin embargo esta diferencia numerica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 07)

#### **7.1.8 Peso promedio de kiri (g/planta)**

En el cuadro 31 para peso promedio de kiri (g/planta) se tiene un promedio general de 1.250 g/planta y al realizar el ANVA para peso promedio de kiri se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloquesasi como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 27.24%.

En el grafico 08 para peso promedio de kiri (g/planta) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numerico se puede establecer que la var. local (testigo) con 18.26 g/planta tiene mayor peso promedio que el resto, sin embargo esta diferencia numerica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 08)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro encontró no significancia para las variedades Cica 127, Cica 17 y Cica 18 con peso de kiri entre 7.29 y 7.95 g. En definitiva las características de las variedades en estudio son muy diferenciables en ambos estudio, sólo pudiendo establecerse como factor determinante en ello al clima de las dos zonas de estudio.

#### **7.1.9 Peso promedio de kiri (t/ha) estimado del área neta**

En el cuadro 33 para peso promedio de kiri (t/ha) se tiene un promedio general de 1.209 t/ha, lo que indica un limitado índice para el experimento por ello se somete a transformación de datos. En el cuadro 34 transformación de peso promedio de kiri (t/ha) se tiene un promedio general de 1.053 t/ha y al realizar el ANVA para peso promedio de kiri se tiene para bloques no significativo,

indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 22.96%.

En el grafico 09 para peso promedio de kiri (t/ha) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérica se puede establecer que la var. Local (Testigo) con 1.324 t/ha tiene mayor peso en kiri que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 09)

#### **7.1.10 Peso de grano limpio (g/planta)**

En el cuadro 36 para peso de grano limpio (g/planta) se tiene un promedio general de 22.11 g/planta y al realizar el ANVA para peso de grano limpio se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 21.42%.

En el grafico 10 para peso de grano limpio (g/planta) se tienen homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérica se puede establecer que la var. CICA 18 con 23.68 g/planta tiene mayor peso de grano limpio que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 10)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro encontró no significancia para las variedades Cica 127, Cica 17 y Cica 18 con peso de grano entre 88.49 y 99.00 g. Las diferencias son notables pero sin embargo el análisis estadístico indica un mismo comportamiento de las variedades en ambos estudios.

#### **7.1.11 Peso promedio de grano limpio (t/ha) estimado del área neta de evaluación**

En el cuadro 38 para peso promedio de grano limpio (g/9.0 m<sup>2</sup>) se tiene un promedio general de 2.152 t/ha y al realizar el ANVA para peso promedio de grano limpio se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 24.94%.

En el grafico 11 para peso promedio de grano limpio (t/ha) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérica se puede

establecer que la var. CICA - 127 con 2.275 t/ha tiene mayor peso promedio de grano limpio que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 11)

#### **7.1.12 Peso total de grano por planta (g/planta)**

En el cuadro 40 para peso total de grano (g/planta) se tiene un promedio general de 28.42 g/planta y al realizar el ANVA para peso total de grano se tiene para bloques no significativo, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 21.42%.

En el gráfico 12 para peso total de grano (g/planta) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. CICA 18 con 30.15 g/planta tiene mayor peso total de grano que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 12)

#### **7.1.13 Peso total de grano (t/ha) estimado del área neta**

En el cuadro 42 para peso total de grano (t/ha) se tiene un promedio general de 2.764 t/ha y al realizar el ANVA para peso total de grano se tiene en bloques significancia al 5%, indicando la posible diferencia entre bloques; mientras que para tratamientos se tiene no significación, indicando la homogeneidad de los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 26.85%.

En el gráfico 13 para peso total de grano (t/ha) se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. local (testigo) con 2.859 t/ha es el que tiene mayor peso total de grano que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 13)

#### **7.1.14 Número de granos por gramo**

En el cuadro 44 para número de granos por gramo se tiene un promedio general de 225.50 granos/gramo y al realizar el ANVA para número de granos por gramo se tiene en bloques no significancia, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 7.76%.

En el grafico 14 para número de granos por gramo se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. CICA 17 con 241.50 granos/gramo tiene mayor número de granos que el resto, sin embargo esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 14)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro encontró significancia para las variedades Cica 18, Cica 127 y Cica 17 son superiores al testigo con peso de grano de 236.92, 230.92 y 229.67 por gramo. En referencia a este parámetro los resultados son muy similares, guardando coherencia con el tamaño de las variedades estudiadas.

#### **7.1.15 Diámetro del grano (mm)**

En el cuadro 46 para diámetro del grano (mm) se tiene un promedio general de 2.16 mm y al realizar el ANVA para diámetro del grano se tiene para bloques no significancia, indicando la homogeneidad entre bloques así como para los tratamientos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 4.83%.

En el grafico 15 para diámetro del grano se tiene homogeneidad para la variable; sin embargo a nivel numérico se puede establecer que la var. CICA 17 con 2.228 mm tiene mayor diámetro que el resto, sin embargo esta diferencia numerica no es suficiente para alcanzar niveles significativos. (ver gráfico 15)

### **7.2 Evaluaciones fenológicas**

En el cuadro 48 para evaluaciones fenológicas, promedio de 10 plantas en días desde la siembra se tiene lo siguiente:

Para emergencia de plántulas se tiene un promedio de 7.5 días  $\pm 1.00$ , con un CV=13.33%, límite superior de 9.0 días y límite inferior de 7.0 días y un rango de 2.0 días.

Para dos hojas verdaderas se tiene un promedio de 14.5 días  $\pm 1.29$ , con un CV=8.90%, límite superior de 16.0 días y límite inferior de 13.0 días y un rango de 3.0 días.

Para cuatro hojas verdaderas se tiene un promedio de 24.75 días  $\pm 1.71$ , con un CV=6.90%, límite superior de 27.0 días y límite inferior de 23.0 días y un rango de 4.0 días.

Para seis hojas verdaderas se tiene un promedio de 30.25 días  $\pm 1.89$ , con un CV=6.26%, límite superior de 23.0 días y límite inferior de 29.0 días y un rango de 4.0 días.

Para ramificación se tiene un promedio de 45.50 días  $\pm 3.11$ , con un CV=6.83%, límite superior de 50.0 días y límite inferior de 43.0 días y un rango de 7.0 días.

Para panojamiento se tiene un promedio de 64.50 días  $\pm 3.87$ , con un CV=6.00%, límite superior de 70.0 días y límite inferior de 61.0 días y un rango de 9.0 días.

Para floración se tiene un promedio de 96.50 días  $\pm 5.07$ , con un CV=5.25%, límite superior de 104.0 días y límite inferior de 93.0 días y un rango de 11.0 días.

Para grano lechoso se tiene un promedio de 129.00 días  $\pm 8.04$ , con un CV=6.23%, límite superior de 141.0 días y límite inferior de 124.0 días y un rango de 17.0 días.

Para grano pastoso se tiene un promedio de 140.75 días  $\pm 9.54$ , con un CV=6.77%, límite superior de 155.0 días y límite inferior de 135.0 días y un rango de 20.0 días.

Para madurez fisiológica se tiene un promedio de 157.50 días  $\pm 9.15$ , con un CV=5.81%, límite superior de 171.0 días y límite inferior de 151.0 días y un rango de 20.0 días. (ver gráfico 16 para más detalle)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro encontró para la variedad CICA-17 un período vegetativo promedio a los 151 días, con t° mínima que fluctúa entre 6.63°C – 7.63°C, t° máxima entre 22.69°C-26.07°C, humedad relativa de 66 - 73%, precipitación pluvial acumulada desde la siembra hasta la madurez fisiológica de que fluctúa de 657.80 – 724.00 mm. Para la variedad CICA-18 un periodo vegetativo promedio fue a los 151 días, con t° mínima que fluctúa entre 6.36°C – 8.21°C, t° máxima entre 22.69°C-26.07°C, humedad relativa de 66 - 73%, precipitación pluvial acumulada desde la siembra hasta la madurez fisiológica de que fluctúa de 654.40 – 670.40 mm. Para la variedad CICA-127 un periodo vegetativo en promedio fue a los 151 días, con t° mínima que fluctúa entre 6.36°C – 8.23°C, t° máxima entre 22.69°C-26.07°C, humedad relativa de 66 - 73%, precipitación pluvial acumulada desde la siembra hasta la madurez fisiológica de que fluctúa de 654.40 – 726.40 mm. Las temperaturas obtenidas en el presente

trabajo son inferiores a las reportadas por Zárate, lo que convalida un mejor clima para el desarrollo de la quinua en Paruro que en San Salvador.

### 7.3 Análisis bromatológico

En el cuadro 49 para el análisis bromatológico (físico-químico) de las variedades del estudio se tiene lo siguiente:

Para humedad (%) se tiene un promedio de 10.18%  $\pm$ 0.28%, con un CV=2.78%, límite superior de 10.46% y límite inferior de 9.79% y un rango de 0.67%.

Para proteína (%) se tiene un promedio de 17.53%  $\pm$ 3.40%, con un CV=19.37%, límite superior de 22.59% y límite inferior de 15.50% y un rango de 7.09%.

Para grasa (%) se tiene un promedio de 6.49%  $\pm$ 0.25%, con un CV=3.86%, límite superior de 6.80% y límite inferior de 6.20% y un rango de 0.60%.

Para ceniza (%) se tiene un promedio de 2.14%  $\pm$ 0.14%, con un CV=6.40%, límite superior de 2.32% y límite inferior de 2.00% y un rango de 0.32%.

Para carbohidratos (%) se tiene un promedio de 63.66%  $\pm$ 3.49%, con un CV=5.48%, límite superior de 65.91% y límite inferior de 58.50% y un rango de 7.41%.

Para fibra (%) se tiene un promedio de 6.24%  $\pm$ 0.26%, con un CV=4.11%, límite superior de 6.60% y límite inferior de 6.02% y un rango de 0.58%.

**Canahua Murillo, Alipio y Mujica Sánchez, Ángel** (2013) en el libro “quinua: pasado, presente y futuro” indican que la composición nutricional de la quinua es proteína 11.7 g/100g, grasas 6.3 g/100g, carbohidratos 68.0 g/100g, fibra 5.2 g/100g, cenizas 2.8 g/100g y humedad 11.2 g/100g. Datos semejantes a los encontrados en el presente estudio salvo algunas diferencias no tan exacerbadas como en el caso de la fibra.

**Jiménez de Erramouspe, Patricia L.; Armada, Margarita; Gomes Molina, Silvia E.** (2013), en su trabajo de investigación titulado “Propiedades físico – químicas, estructurales y de calidad en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad CICA, con evaluación de la eficiencia de un proceso artesanal de escarificación en seco” refieren que la composición proximal del grano de quinua variedad CICA es proteína 16.58 g/100 g MS, carbohidratos 67.99 g/100 g MS, grasas 6.91 g/100 g MS, cenizas 4.56 g/100 g MS, fibra 3.96 g/100 g MS,

humedad 9.55 g/100 g MS. De igual modo se tiene muy semejantes resultados con los encontrados en el presente trabajo.

#### **7.4 Contenido de aminoácidos en el grano**

De los análisis de contenido de aminoácidos realizado en laboratorio (ver anexos) con tres muestras tomadas al azar se obtuvo los siguientes resultados:

##### **7.4.3 Contenido de Ácido aspártico (mg/100 g)**

En el cuadro 50 para el contenido de Ácido Aspártico (mg/100g) se tiene un promedio global de 60.765 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Ácido Aspártico del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Ácido Aspártico muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 21.36%.

En el grafico 18 se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad local (testigo) con 71.966 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 18)

##### **7.4.4 Contenido de Ácido glutámico (mg/100 g)**

En el cuadro 52 para el contenido de Ácido Glutámico (mg/100g) se tiene un promedio global de 150.518 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Ácido Glutámico del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Ácido Glutámico muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 13.79%.

En el grafico 19, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 173.878 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 19)

##### **7.4.5 Contenido de Ceína (mg/100 g)**

En el cuadro 54 para el contenido de Ceína (mg/100g) se tiene un promedio global de 57.531 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Ceína del

grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Ceína muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 8.55%.

En el gráfico 20, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 63.527 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 20)

#### **7.4.6 Contenido de Histidina (mg/100 g)**

En el cuadro 56 para el contenido de Histidina (mg/100g) se tiene un promedio global de 76.355 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Histidina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 5% para variedades, indicando la existencia de diferencias estadísticas con 95% de certeza para el contenido de Histidina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 7.20%.

En el cuadro 58, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 127 con 83.698 mg/100g, CICA 17 con 80.284 mg/100 g y la variedad local (testigo) con 73.590 mg/100 g son estadísticamente iguales entre sí y superiores a la variedad CICA 18. (ver gráfico 21)

#### **7.4.7 Contenido de Glicina (mg/100 g)**

En el cuadro 59 para el contenido de Glicina (mg/100g) se tiene un promedio global de 329.956 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Glicina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 5% para variedades, indicando la existencia de diferencias estadísticas con 95% de certeza para el contenido de Glicina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 4.86%.

En el cuadro 61, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 17 con 351.474 mg/100g, variedad local (testigo) con 347.723 mg/100 g y la CICA 127 con 321.522 mg/100 g son estadísticamente iguales entre sí y superiores a la variedad CICA 18. (ver gráfico 22)

#### **7.4.8 Contenido de Treonina (mg/100 g)**

En el cuadro 62 para el contenido de Treonina (mg/100g) se tiene un promedio global de 58.738 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Treonina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 1% para variedades, indicando

la existencia de diferencias estadísticas con 99% de certeza para el contenido de Treonina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 8.87%.

En el cuadro 64, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 17 con 77.29 mg/100g y la variedad local (testigo) con 72.055 mg/100 g son estadísticamente iguales entre sí y superiores a las demás, tanto a los niveles de significación de 5 y 1%. (ver gráfico 23)

#### **7.4.9 Contenido de Arginina (mg/100 g)**

En el cuadro 65 para el contenido de Arginina (mg/100g) se tiene un promedio global de 97.32 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Arginina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 1% para variedades, indicando la existencia de diferencias estadísticas con 99% de certeza para el contenido de Arginina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 5.76%.

En el cuadro 67, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 17 con 115.185 mg/100g y la variedad local (testigo) con 107.354 mg/100 g son estadísticamente iguales entre sí y superiores a las demás, tanto a los niveles de significación del 5 y 1%. (ver gráfico 24)

#### **7.4.10 Contenido de Alanina (mg/100 g)**

En el cuadro 68 para el contenido de Alanina (mg/100g) se tiene un promedio global de 84.992 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Alanina del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Alanina muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 13.26%.

En el grafico 25, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 90.91 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 25)

#### **7.4.11 Contenido de Tirosina (mg/100 g)**

En el cuadro 70 para el contenido de Tirosina (mg/100g) se tiene un promedio global de 22.849 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Tirosina del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las

variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Tirosina muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 8.26%.

En el gráfico 26, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 24.161 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 26)

#### **7.4.12 Contenido de Valina (mg/100 g)**

En el cuadro 72 para el contenido de Valina (mg/100g) se tiene un promedio global de 85.582 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Valina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 1% para variedades, indicando la existencia de diferencias estadísticas con 99% de certeza para el contenido de Valina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 7.45%.

En el cuadro 74, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 17 con 103.357 mg/100g es estadísticamente superior a las demás variedades al nivel del 5% de significación; mientras que al 1% de significación se integran la variedad local (testigo) y CICA 18 con 85.155 y 84.400 mg/100 g. respectivamente, diferenciándose todas ellas de la variedad CICA 127. (ver gráfico 27)

#### **7.4.13 Contenido de Metionina (mg/100 g)**

En el cuadro 75 para el contenido de Metionina (mg/100g) se tiene un promedio global de 26.326 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Metionina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 1% para variedades, indicando la existencia de diferencias estadísticas con 99% de certeza para el contenido de Metionina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 27.50%.

En el cuadro 77, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 17 con 41.321 mg/100g y CICA 18 con 29.061 estadísticamente iguales y superiores a las demás variedades al nivel del 5% de significación; mientras que al 1% de significación se integra a este grupo la variedad local (testigo) con 21.671 mg/100 g. respectivamente, diferenciándose todas ellas de la variedad CICA 127. (ver gráfico 28)

#### **7.4.14 Contenido de Fenilalanina (mg/100 g)**

En el cuadro 78 para el contenido de Fenilalanina (mg/100g) se tiene un promedio global de 45.258 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Fenilalanina del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Fenilalanina muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 11.10%.

En el grafico 29, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 50.352 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 29)

#### **7.4.15 Contenido de Isoleucina (mg/100 g)**

En el cuadro 80 para el contenido de Isoleucina (mg/100g) se tiene un promedio global de 54.183 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Isoleucina del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Isoleucina muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 15.39%.

En el grafico 30, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 60.370 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 30)

#### **7.4.16 Contenido de Leucina (mg/100 g)**

En el cuadro 82 para el contenido de Leucina (mg/100g) se tiene un promedio global de 72.457 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Leucina del grano (mg/100 g) se tiene no significancia para variedades, lo que indica que las variedades de quinua del estudio tienen el contenido de Leucina muy homogéneo; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 10.47%.

En el grafico 31, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad CICA 17 con 83.208 mg/100 g, considerado como la concentración mayor, pero no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 31)

#### **7.4.17 Contenido de Lisina (mg/100 g)**

En el cuadro 84 para el contenido de Lisina (mg/100g) se tiene un promedio global de 262.665 mg/100g y al realizar el ANVA para contenido de Lisina del grano (mg/100 g) se tiene significancia al nivel del 5% para variedades, indicando la existencia de diferencias estadísticas con 95% de certeza para el contenido de Lisina; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 7.10%.

En el cuadro 86, se tiene la prueba Tukey de las variedades, siendo las variedades CICA 17 con 286.845 mg/100g, CICA 127 con 276.902 mg/100 g y la CICA 18 con 258.295 mg/100 g son estadísticamente iguales entre sí y superiores a la variedad local (testigo). (ver gráfico 32)

**Hernán P. Burrieza, Hernán P. et al** (2013) en el libro “ciencia y tecnología de los cultivos industriales – quinua”, refieren que el contenido de proteínas en el grano es aproximadamente entre un 12 – 23% de su peso seco, con un excelente balance en la composición de aminoácidos esenciales, especialmente en el contenido de Lisina (5.1 – 6.4%), metionina (0.4 – 1%).

En referencia al contenido de proteína es semejante, sin embargo cuando se trata de aminoácidos hay diferencias debido posiblemente a las unidades utilizadas como referencia a materia seca y a contenido de proteína.

**Canahua Murillo, Alipio y Mujica Sánchez, Ángel** (2013) en el libro “quinua: pasado, presente y futuro” indican que el contenido de aminoácidos en la quinua es lisina 68mg/g de proteína, metionina 21mg/g de proteína, Treonina 45mg/g de proteína y triptófano 13mg/g de proteína.

#### **7.5 Contenido de saponina**

En el cuadro 87 para el contenido de saponina en los granos (mm) se tiene un promedio global de 6.70 mm y al realizar el ANVA para contenido de saponina en los granos (mm) se tiene no significancia para bloques, indicando que los bloques fueron homogéneos; mientras que para los tratamientos también se tiene no significancia, indicando que también son homogéneos; con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 13.78%.

En el grafico 33, se tiene el ordenamiento de las variedades, siendo la variedad local con 7.29 mm considerado como la concentración mayor de saponina, pero

no es suficiente para alcanzar a establecer diferencias estadísticas significativas al interior de la variable. (ver gráfico 33)

Zarate (2018), en su trabajo de investigación desarrollado en la comunidad de Anansaya del distrito de Paruro encontró que las variedades Cica 18 (2.25 mm) y Cica 17 (2.93 mm) tienen niveles significativamente bajos de saponina comparado con la Cica 127 (5.09 mm). En relación al presente estudio se tiene mayores niveles de saponina, sin embargo estas diferencias no son significativas para diferenciar la variedad más dulce.

## VIII. CONCLUSIONES

De los resultados, de su análisis y discusión de los mismos se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Del rendimiento de grano de las tres variedades de quinua se obtuvo: CICA – 127 con un rendimiento de 2.275 k/ha, variedad local con un rendimiento de 2.137 k/ha, CICA – 18 con un rendimiento de 2.107 k/ha, CICA – 17 con un rendimiento de 2.088 k/ha. Para la determinación del rendimiento se obtuvo: Altura de planta, Longitud promedio de la panoja, Diámetro promedio de la panoja, Diámetro promedio del tallo, Peso de jipi (g/planta), Peso de kiri (g/planta), Peso de grano limpio (g/planta) y Peso total del grano (t/ha), así como los valores llevados a la hectárea de jipi, kiri y peso de grano resultaron no significativos, indicando que todos esos parámetros tuvieron igual comportamiento en la zona, excepto el Diámetro del tallo donde la variedad local es superior al 95% con 1.29 m en comparación a las variedades CICA - 17, CICA - 18 y CICA - 127. Por otro lado indica que estas variedades tienen comportamiento muy semejante a la variedad local, por tanto tienen buen carácter de adaptación para la zona.
2. Del comportamiento fenológico de las tres variedades de quinua se puede establecer que las variedades no tienen semejanza al comportamiento fenológico del testigo; sin embargo sólo existen mayor variabilidad en la fase de emergencia y dos hojas verdaderas, en las demás no hay mucha variabilidad; por tanto en forma general se puede establecer que éstas variedades respondieron bien frente a las condiciones climáticas de la zona y que no afectaron significativamente a su fenología.
3. En la determinar del análisis bromatológico de las tres variedades de quinua CICA-17, CICA- 18, CICA–127 y el Testigo, se puede indicar que el contenido de Humedad es el que tiene menor variabilidad que alcanza a 2.78%, seguido de Grasa y Fibra con 3.86% y 4.11%, luego está la Carbohidratos con 5.48% y la Ceniza 6.40%, siendo el de mayor variabilidad el contenido de Proteína con 19.37%. Sin embargo se puede inferir que todos ellos tienen una composición bromatológica semejante a las referencias bibliográficas.

4. Para la determinación del contenido de aminoácidos se obtuvo: para el contenido de Ácido Aspártico, Ácido Glutámico, Ceína, Alanina, Tirosina, Fenilalanina, Isoleucina y Leucina resultaron homogéneos no habiendo diferencias estadísticas; en cambio para Histidina (CICA 127, CICA 17 y Variedad Local), Glicina (CICA 17, Variedad local y CICA 127) y Lisina (CICA 17, CICA 127, CICA 18) las variedades mencionadas son superiores estadísticamente a las no indicadas en cada uno de ellos con 95% de certeza, y para Treonina (CICA 17, Variedad Local), Arginina (CICA 17, Variedad Local), Valina (CICA 17, Variedad Local, CICA 18) y Metionina (CICA 17, CICA 18) las variedades mencionadas son superiores estadísticamente a las no indicadas en cada uno de ellos con 99% de certeza.
5. Sobre la determinación del contenido de saponina no existen diferencias estadísticas entre el contenido de la variedad Testigo y CICA-17, CICA-18 y CICA-127, por tanto el sabor de la quinua es semejante en las cuatro variedades, pero aritméticamente siempre hay una diferencia a favor de las variedades mejoradas en comparación a la variedad local.

## **IX. SUGERENCIAS**

1. Se sugiere a los estudiantes de la facultad de Ciencias Agrarias realizar más trabajos de investigación acerca del contenido de aminoácidos en las variedades de CICA 17, CICA 18 y CICA 127, en los diferentes pisos altitudinales de nuestra región y el Perú.
2. Desarrollar más investigaciones en cuanto al contenido de Proteínas, Grasa, Cenizas, Fibra, y Carbohidratos en las variedades de CICA 17, CICA 18 y CICA 127, en los diferentes pisos altitudinales de nuestra región.
3. Realizar investigaciones para determinar las pérdidas ocasionadas por las plagas y enfermedades en los diferentes pisos altitudinales en las variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127.
4. Desarrollar investigación acerca de la influencia del medio ambiente en el rendimiento de las variedades de CICA 17, CICA 18 y CICA 127.
5. Realizar investigaciones con diferentes niveles de fertilización química y orgánica mediante el sistema de riego por goteo en las variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127.
6. Realizar investigación para la apreciación organoléptica de los granos de quinua en las variedades CICA 17, CICA 18 y CICA 127.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez, C. A. (1993). Evaluación de técnicas de hibridación en el Mejoramiento Genético de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild). (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
2. Álvarez, C. A. y Céspedes, F. E. (2017). Fitomejoramiento General. Copia Impresa. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
3. Apaza, M. V. (1999). Resultados de investigación y perspectivas para el nuevo milenio en el cultivo de quinoa. PNICA INIA. Cusco, Perú.
4. Barreto, V. E. (1986). Evaluación del contenido de saponina y almidón en 50 colecciones de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
5. Bravo, R. (1992). Prevención y control de plagas en waruwaru. En Principios técnicos para la reconstrucción y producción agrícola en waruwaru. II Producción agrícola. Puno, Perú.
6. Canahua M, Alipio y Mujica S. (2013) en el libro “quinua: pasado, presente y futuro”
7. Cervilla, N. S. et al (2012). Determinación del contenido de aminoácidos en harinas de quinoa de origen argentino. Evaluación de su calidad proteica. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA, CONICET-UNC). Córdoba, Argentina.
8. Céspedes, F., E. (2009). Efecto del medio ambiente sobre tres genotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en el Centro Agronómico K'ayra. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, Perú.
9. Chávez, L. D. (1992). Comparativo de rendimiento de 15 líneas promisorias de quinoa amarillo de Maranganí (*Chenopodium quinoa* Willd) en K'ayra. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
10. CIRF. Consejo Internacional de Recursos Fito Genéticos (1981). Descriptor de la quinoa. Roma: Secretaria del CIRF.

11. Cubero, J. I. (2003). Introducción a la mejora genética vegetal. 2a. ed. España: Mundi Prensa.
12. Gandarillas, H. (1979). Mejoramiento genético, quinua, ccañihua cultivos andinos. Bogotá, Colombia.
13. Gómez, P. L. y Romero, L. M. (1999). Mejoramiento genético de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) mediante inducción de mutaciones. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
14. Greenfield, H., Southgate, D. A. (2003). Datos de composición de alimentos. Universidad de Nueva Gales del Sur Sidney, Australia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 2003.
15. Hernán P. et al (2013) en el libro “ciencia y tecnología de los cultivos industriales – quinua”
16. IICA. (2005). Serie informes de conferencias, cursos y reuniones. N° 96 Bolivia.
17. Jiménez P. L., Armada M., Gomes S. (2013), en su trabajo de investigación titulado “Propiedades físico – químicas, estructurales y de calidad en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad CICA, con evaluación de la eficiencia de un proceso artesanal de escarificación en seco”
18. Koziol, M. J. (1990). Composición química. En: Quinua, hacia su cultivo comercial. Quito, Ecuador: Latinreco, S.A.
19. Laurente, Y.R. (2016). Obtención del concentrado proteico y determinación del perfil de aminoácidos de dos variedades de tarwi (*lupinus mutabilis* sweet). (Tesis pregrado). Universidad nacional del Altiplano. Puno, Perú.
20. León, H. J. (2003). Cultivo de la quinua en Puno Perú, descripción manejo y producción. En: [www. Monografías.com](http://www.Monografías.com).
21. León, H. J. (2006). Hibridación y comparación de la F1 con sus progenitores en tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

22. Lescano, J. L. (1994). Genética y mejoramiento de Cultivos Andinos: Quinoa, Kañihua, Tarwi, Kiwicha, Papa Amarga, Olluco, Oca e Isaño. Proyecto PIWA. Puno, Perú: Convenio PELT/INADE-IC/COTESU.
23. Medina, B. M. (1995). Evaluación agrobotánica de veinticinco cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en K'ayra. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, Perú.
24. Mujica, S. A. (1997). Cultivo de quinua. Serie manual Instituto Nacional de Investigación agraria. Lima, Perú: Dirección General de Investigación Agraria.
25. Mujica, S. A. y Canahua, A. (1989). Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*). En Curso Taller de Fitopatología. Lima, Perú.
26. Nieto, C. y Fisher, V. (1993). La Quinoa: Un Alimento Nuestro. Proyecto de Desarrollo Comunitario Bélgica. Ecuador.
27. Ortiz, R. (1991). Pérdidas ocasionadas por insectos plaga en cultivos andinos. Puno, Perú: Convenio FCA/UNA-Proyecto PIWA.
28. Ortiz, R. y Zanabria, E. (1997). Plagas. En Quinoa y Kañiwa: cultivos andinos. Bogotá, Colombia.
29. Oviedo, C. J. (1990). Evaluación agronómica de setentaicinco entradas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, Perú.
30. Poehlman, J. M. (1995). Mejoramiento genético de las cosechas. México: Edit. LIMUSA S.A.
31. Puelles L. J.B. (2016). Comparativo de rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres épocas de siembra en la comunidad Ccomara – Paruro. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, Perú.
32. Puma, V. A. (1996). Componentes primarios y secundarios de rendimiento en siete genotipos de quinua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, Perú.
33. Repo, R. (1991). Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos. En: Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

34. Rivero, L. (1986). Efecto del distanciamiento entre surcos y entre plantas sobre el rendimiento y otros caracteres de dos ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
35. Sanchinelli, K. B. (2004). Contenido de proteína y aminoácidos, y generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de *Moringa oleifera* Lamark (Moringaceae) cultivada en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
36. Skoog y J.J.Leary. (1994). Análisis Instrumental, Ed. McGraw Hill Interamericana.
37. Tapia, M. E. (1979). Quinua y Cañiwa, cultivos andinos. Bogotá, Colombia: CIID. IICA.
38. Tapia, M. E. (1997). Cultivos andinos sobreexplotados y su aporte a la alimentación. FAO para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
39. Tapia, T. F. (1999). Comparativo de rendimiento en 15 selecciones de quinua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, Perú.
40. Toledo, D. L. (2016). Evaluación de la calidad proteica de la formulación de harinas de soya (*glycyne max*), avena (*avena sativa* L.) y trigo (*triticum aestivum* L.) (1:1:2) y su efecto sobre la recuperación de la desnutrición proteica inducida en ratas albinas (*rattus norvegicus*). (Tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
41. Toro, T. E. (1963). Estudio de especies y variedades de quinua en el Perú. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
42. Valcárcel A. Gómez. (1994). Técnicas Analíticas de Separación, Ed. Reverte S.A.
43. Valdivia, R. (1997). Manual del Productor de Quinua, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Puno, Perú: Editorial Altiplano.
44. Zarate, E. (2018). Comparativo de Rendimiento de Grano de Cuatro Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en tres épocas

de siembra bajo condiciones de la comunidad de Anansaya – Distrito de Paruro – Región Cusco, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Perú.

45. Zavaleta, R. (1993). Evaluación de Procesos Industriales para la de saponificación de la Quinoa. Lima, Perú: Grupo de Política Tecnológica.

## XI. ANEXOS

Anexo 01: fotografías de la conducción del experimento.



Fotografía 01. Surcado del terreno experimental



Fotografía 02. Replanteo y marcado con yeso de los bloques experimentales para la siembra.



Fotografía 03. Siembra de las quinuas (CICA – 17, CICA – 18, CICA – 127 Y AMARILLA MARANGANI) en sus respectivos bloques seleccionados completamente al azar.



Fotografía 04. Desarrollo vegetativo.



Fotografía 05. Inicio de panojamiento.



Fotografía 06. Grano lechoso.



Fotografía 07. Madurez fisiológica de las variedades (CICA – 18, CICA – 17, CICA – 127 Y AMARILLA MARANGANI)



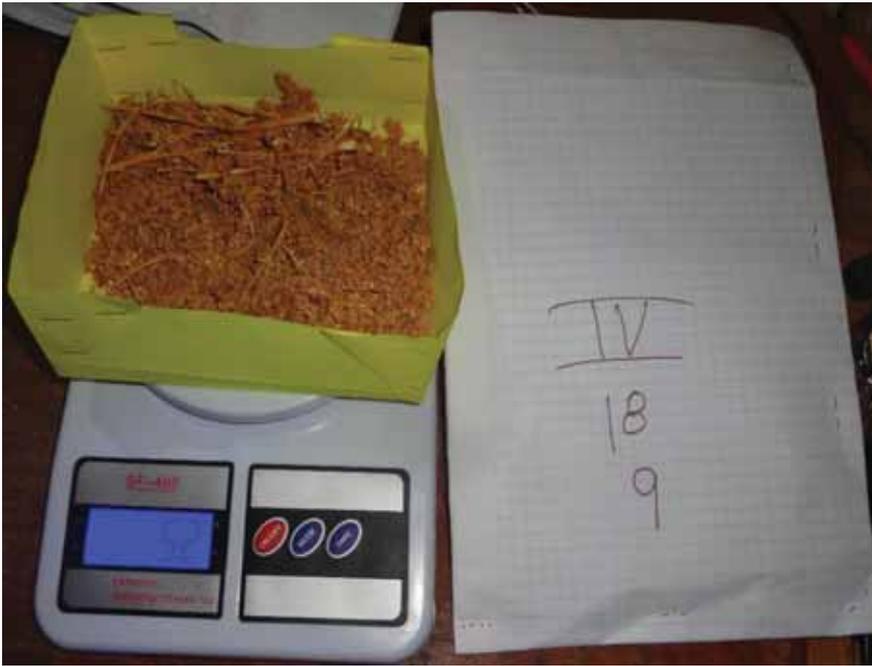
Fotografía 08. Evaluación del diámetro de la panoja de las 10 plantas seleccionadas por parcela.



Fotografía 09. Evaluación del diámetro del tallo principal de las 10 plantas seleccionadas por parcela.



Fotografía 10. Evaluación del tamaño de las 10 plantas seleccionadas por parcela.



Fotografía 11. Evaluación del peso de grano más jipi de las 10 plantas seleccionadas por parcela.



Fotografía 12. Evaluación del peso de grano más jipi de las 10 plantas seleccionadas por parcela.



Fotografía 13. Evaluación del peso de grano limpio de las 10 plantas seleccionadas por parcela.

**Anexo 02: resultados de las evaluaciones realizadas en campo.**

CUADRO A.- Altura de planta (m) de 10 plantas

TRATAMIENTOS									
PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	1.33	1.27	1.53	1.53	1	1.27	1.30	1.28	1.23
2	1.52	1.50	1.52	1.52	2	1.36	1.35	1.35	1.47
3	1.56	1.40	1.61	1.54	3	1.23	1.52	1.59	1.47
4	1.49	1.51	1.48	1.55	4	1.45	1.54	1.49	1.37
5	1.52	1.58	1.68	1.49	5	1.38	1.45	1.52	1.38
6	1.38	1.51	1.58	1.51	6	1.42	1.44	1.55	1.30
7	1.64	1.52	1.67	1.50	7	1.39	1.37	1.35	1.37
8	1.56	1.38	1.59	1.56	8	1.48	1.19	1.42	1.28
9	1.46	1.42	1.64	1.58	9	1.39	1.55	1.39	1.38
10	1.41	1.63	1.70	1.56	10	1.38	1.38	1.54	1.38
Promedio	<b>1.487</b>	<b>1.472</b>	<b>1.600</b>	<b>1.534</b>	Promedio	<b>1.375</b>	<b>1.409</b>	<b>1.448</b>	<b>1.363</b>
DESV. EST	<b>0.094</b>	<b>0.105</b>	<b>0.074</b>	<b>0.029</b>	DESV. EST	<b>0.076</b>	<b>0.114</b>	<b>0.104</b>	<b>0.076</b>
MIN	<b>1.330</b>	<b>1.270</b>	<b>1.480</b>	<b>1.490</b>	MIN	<b>1.230</b>	<b>1.190</b>	<b>1.280</b>	<b>1.230</b>
MAX	<b>1.640</b>	<b>1.630</b>	<b>1.700</b>	<b>1.580</b>	MAX	<b>1.480</b>	<b>1.550</b>	<b>1.590</b>	<b>1.470</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	1.31	1.07	1.25	1.16	1	1.42	1.42	1.38	1.40
2	1.27	1.08	1.23	1.25	2	1.39	1.44	1.26	2.06
3	1.35	1.11	1.29	1.43	3	1.48	1.31	1.46	1.84
4	1.43	1.21	1.27	1.40	4	1.50	1.38	1.37	1.54
5	1.34	1.16	1.19	1.61	5	1.53	1.19	1.26	1.60
6	1.29	1.14	1.20	1.83	6	1.34	1.33	1.34	1.84
7	1.25	1.20	1.21	1.58	7	1.41	1.13	1.43	1.52
8	1.33	1.19	1.25	1.81	8	1.29	1.24	1.29	1.59
9	1.28	1.09	1.31	1.41	9	1.44	1.23	1.45	1.95
10	1.30	1.16	1.18	1.17	10	1.43	1.47	1.39	1.76
Promedio	<b>1.315</b>	<b>1.141</b>	<b>1.238</b>	<b>1.465</b>	Promedio	<b>1.423</b>	<b>1.314</b>	<b>1.363</b>	<b>1.710</b>
DESV. EST	<b>0.051</b>	<b>0.051</b>	<b>0.044</b>	<b>0.241</b>	DESV. EST	<b>0.072</b>	<b>0.114</b>	<b>0.074</b>	<b>0.212</b>
MIN	<b>1.250</b>	<b>1.070</b>	<b>1.180</b>	<b>1.160</b>	MIN	<b>1.290</b>	<b>1.130</b>	<b>1.260</b>	<b>1.400</b>
MAX	<b>1.430</b>	<b>1.210</b>	<b>1.310</b>	<b>1.830</b>	MAX	<b>1.530</b>	<b>1.470</b>	<b>1.460</b>	<b>2.060</b>

CUADRO B.- Longitud de Tallo (m) de 10 plantas

TRATAMIENTOS									
PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	1.01	0.97	1.18	1.32	1	0.98	1.04	1.02	1.27
2	1.18	1.19	1.15	1.28	2	1.02	1.04	1.02	1.26
3	1.18	1.05	1.22	1.20	3	0.98	1.18	1.26	1.26
4	1.17	1.18	1.16	1.27	4	1.19	1.14	1.02	1.19
5	1.21	1.22	1.30	1.30	5	1.08	1.10	1.19	1.29
6	1.07	1.08	1.23	1.32	6	1.04	1.15	1.22	1.15
7	1.29	1.06	1.25	1.29	7	1.13	1.08	1.09	1.20
8	1.22	0.98	1.26	1.25	8	1.15	0.88	1.15	1.27
9	1.19	1.06	1.26	1.24	9	0.97	1.20	1.07	1.17
10	1.12	1.21	1.29	1.28	10	0.97	0.98	1.15	1.22
Promedio	<b>1.164</b>	<b>1.100</b>	<b>1.230</b>	<b>1.275</b>	Promedio	<b>1.051</b>	<b>1.079</b>	<b>1.119</b>	<b>1.228</b>
DES. EST	<b>0.079</b>	<b>0.093</b>	<b>0.052</b>	<b>0.037</b>	DES. EST	<b>0.082</b>	<b>0.098</b>	<b>0.088</b>	<b>0.048</b>
MIN	<b>1.010</b>	<b>0.970</b>	<b>1.150</b>	<b>1.200</b>	MIN	<b>0.970</b>	<b>0.880</b>	<b>1.020</b>	<b>1.150</b>
MAX	<b>1.290</b>	<b>1.220</b>	<b>1.300</b>	<b>1.320</b>	MAX	<b>1.190</b>	<b>1.200</b>	<b>1.260</b>	<b>1.290</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	1.11	0.83	1.07	1.00	1	1.17	1.11	1.05	1.33
2	1.08	0.86	1.02	0.99	2	1.09	1.20	0.94	1.55
3	1.05	0.89	1.09	1.26	3	1.18	1.11	1.07	1.49
4	1.20	1.04	1.06	1.23	4	1.20	1.11	1.11	1.31
5	1.06	0.96	0.97	1.42	5	1.15	0.86	0.96	1.36
6	1.06	0.98	0.97	1.52	6	0.95	1.02	1.07	1.54
7	0.91	0.99	0.93	1.23	7	1.16	0.86	1.12	1.26
8	1.06	0.91	1.00	1.64	8	1.01	0.95	1.01	1.25
9	1.02	0.82	1.10	1.16	9	1.22	0.86	1.20	1.69
10	1.08	0.91	0.97	0.98	10	1.19	1.07	1.12	1.54
Promedio	<b>1.063</b>	<b>0.919</b>	<b>1.018</b>	<b>1.243</b>	Promedio	<b>1.132</b>	<b>1.015</b>	<b>1.065</b>	<b>1.432</b>
DESV. EST	<b>0.072</b>	<b>0.072</b>	<b>0.059</b>	<b>0.227</b>	DESV. EST	<b>0.088</b>	<b>0.125</b>	<b>0.079</b>	<b>0.149</b>
MIN	<b>0.910</b>	<b>0.820</b>	<b>0.930</b>	<b>0.980</b>	MIN	<b>0.950</b>	<b>0.860</b>	<b>0.940</b>	<b>1.250</b>
MAX	<b>1.200</b>	<b>1.040</b>	<b>1.100</b>	<b>1.640</b>	MAX	<b>1.220</b>	<b>1.200</b>	<b>1.200</b>	<b>1.690</b>

CUADRO C.- Longitud de Panoja (m) de 10 plantas

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	0.32	0.30	0.35	0.23	1	0.29	0.26	0.26	0.12
2	0.34	0.31	0.37	0.24	2	0.34	0.31	0.33	0.14
3	0.38	0.35	0.39	0.34	3	0.25	0.34	0.33	0.11
4	0.32	0.33	0.32	0.28	4	0.26	0.40	0.47	0.16
5	0.31	0.36	0.38	0.20	5	0.30	0.35	0.33	0.17
6	0.31	0.43	0.35	0.30	6	0.38	0.29	0.33	0.15
7	0.35	0.46	0.42	0.21	7	0.26	0.29	0.26	0.11
8	0.34	0.40	0.33	0.30	8	0.33	0.31	0.27	0.10
9	0.27	0.36	0.38	0.18	9	0.42	0.35	0.32	0.13
10	0.29	0.42	0.41	0.31	10	0.41	0.40	0.39	0.16
Promedio	<b>0.323</b>	<b>0.372</b>	<b>0.370</b>	<b>0.259</b>	Promedio	<b>0.324</b>	<b>0.330</b>	<b>0.329</b>	<b>0.135</b>
DESV. EST	<b>0.031</b>	<b>0.053</b>	<b>0.033</b>	<b>0.054</b>	DESV. EST	<b>0.063</b>	<b>0.047</b>	<b>0.064</b>	<b>0.025</b>
MIN	<b>0.270</b>	<b>0.300</b>	<b>0.320</b>	<b>0.180</b>	MIN	<b>0.250</b>	<b>0.260</b>	<b>0.260</b>	<b>0.100</b>
MAX	<b>0.380</b>	<b>0.460</b>	<b>0.420</b>	<b>0.340</b>	MAX	<b>0.420</b>	<b>0.400</b>	<b>0.470</b>	<b>0.170</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	0.20	0.24	0.18	0.16	1	0.25	0.31	0.33	0.27
2	0.19	0.22	0.21	0.26	2	0.30	0.24	0.32	0.31
3	0.30	0.22	0.20	0.17	3	0.30	0.20	0.39	0.30
4	0.23	0.17	0.21	0.17	4	0.30	0.27	0.26	0.26
5	0.28	0.20	0.22	0.19	5	0.38	0.33	0.30	0.29
6	0.23	0.16	0.23	0.31	6	0.39	0.31	0.27	0.30
7	0.34	0.21	0.28	0.35	7	0.25	0.27	0.31	0.26
8	0.27	0.28	0.25	0.17	8	0.28	0.29	0.28	0.25
9	0.26	0.27	0.21	0.25	9	0.22	0.37	0.25	0.26
10	0.22	0.25	0.21	0.19	10	0.24	0.40	0.27	0.28
Promedio	<b>0.252</b>	<b>0.222</b>	<b>0.220</b>	<b>0.222</b>	Promedio	<b>0.291</b>	<b>0.299</b>	<b>0.298</b>	<b>0.278</b>
DESV. EST	<b>0.047</b>	<b>0.039</b>	<b>0.028</b>	<b>0.067</b>	DESV. EST	<b>0.057</b>	<b>0.059</b>	<b>0.042</b>	<b>0.021</b>
MIN	<b>0.190</b>	<b>0.160</b>	<b>0.180</b>	<b>0.160</b>	MIN	<b>0.220</b>	<b>0.200</b>	<b>0.250</b>	<b>0.250</b>
MAX	<b>0.340</b>	<b>0.280</b>	<b>0.280</b>	<b>0.350</b>	MAX	<b>0.390</b>	<b>0.400</b>	<b>0.390</b>	<b>0.310</b>

CUADRO D.- Diámetro de Panoja (cm) de 10 plantas

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	5.24	5.47	5.25	5.07	1	4.31	4.54	4.05	3.48
2	6.05	5.03	5.25	4.79	2	5.38	4.03	4.78	4.05
3	6.63	4.43	5.70	5.17	3	3.60	4.61	5.24	3.30
4	5.50	5.11	5.55	5.09	4	5.18	6.14	4.47	3.95
5	4.50	5.69	5.19	4.95	5	5.43	5.21	5.51	4.26
6	4.35	6.72	5.28	5.21	6	4.91	4.42	5.03	3.67
7	5.50	5.76	5.24	5.46	7	5.26	5.41	4.35	4.17
8	4.79	6.58	5.18	5.75	8	5.39	4.31	4.61	4.12
9	4.84	5.62	5.20	5.03	9	5.15	5.69	4.28	4.02
10	4.95	6.32	5.21	5.38	10	4.61	4.39	5.08	4.29
Promedio	<b>5.24</b>	<b>5.67</b>	<b>5.31</b>	<b>5.19</b>	Promedio	<b>4.92</b>	<b>4.88</b>	<b>4.74</b>	<b>3.93</b>
DESV. EST	<b>0.71</b>	<b>0.72</b>	<b>0.18</b>	<b>0.28</b>	DESV. EST	<b>0.59</b>	<b>0.69</b>	<b>0.47</b>	<b>0.34</b>
MIN	<b>4.35</b>	<b>4.43</b>	<b>5.18</b>	<b>4.79</b>	MIN	<b>3.60</b>	<b>4.03</b>	<b>4.05</b>	<b>3.30</b>
MAX	<b>6.63</b>	<b>6.72</b>	<b>5.70</b>	<b>5.75</b>	MAX	<b>5.43</b>	<b>6.14</b>	<b>5.51</b>	<b>4.29</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	0.93	2.28	3.11	3.75	1	4.04	5.01	4.35	4.77
2	3.54	3.41	3.36	4.33	2	4.31	4.73	4.70	7.51
3	3.80	3.22	3.12	4.47	3	4.71	4.88	4.73	5.63
4	4.27	3.15	4.31	4.54	4	4.89	4.60	4.59	4.61
5	3.27	3.99	4.70	4.72	5	5.03	5.47	4.55	5.21
6	2.95	3.65	3.81	5.72	6	5.00	4.78	4.45	5.45
7	4.11	3.35	4.33	4.83	7	3.69	5.67	4.76	4.38
8	4.01	4.07	4.21	5.68	8	5.25	4.62	4.51	5.41
9	3.48	4.23	3.83	5.07	9	5.37	6.11	4.70	4.49
10	3.22	3.39	3.66	3.80	10	4.51	6.01	4.60	4.92
Promedio	<b>3.36</b>	<b>3.47</b>	<b>3.84</b>	<b>4.69</b>	Promedio	<b>4.68</b>	<b>5.19</b>	<b>4.59</b>	<b>5.24</b>
DESV. EST	<b>0.95</b>	<b>0.56</b>	<b>0.54</b>	<b>0.67</b>	DESV. EST	<b>0.54</b>	<b>0.58</b>	<b>0.13</b>	<b>0.91</b>
MIN	<b>0.93</b>	<b>2.28</b>	<b>3.11</b>	<b>3.75</b>	MIN	<b>3.69</b>	<b>4.60</b>	<b>4.35</b>	<b>4.38</b>
MAX	<b>4.27</b>	<b>4.23</b>	<b>4.70</b>	<b>5.72</b>	MAX	<b>5.37</b>	<b>6.11</b>	<b>4.76</b>	<b>7.51</b>

CUADRO E.- Diámetro de Tallo (cm) de 10 plantas

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	0.86	1.02	1.02	1.37	1	1.00	0.91	1.78	1.06
2	1.01	0.93	0.92	1.33	2	1.07	0.83	0.91	0.86
3	1.10	0.81	1.21	1.40	3	0.74	1.01	1.19	0.82
4	1.12	0.96	0.99	1.39	4	0.90	1.04	1.08	0.75
5	0.95	1.01	1.31	1.31	5	0.91	0.95	1.06	0.96
6	0.85	1.04	0.90	1.12	6	1.01	0.94	1.10	0.83
7	1.13	1.17	0.98	1.25	7	0.92	0.92	0.88	0.85
8	1.15	1.03	1.16	1.11	8	1.03	0.77	0.94	0.87
9	1.01	1.02	1.04	1.43	9	1.01	1.08	0.76	0.71
10	1.00	1.33	0.97	1.21	10	1.02	1.11	1.05	0.91
Promedio	<b>1.018</b>	<b>1.032</b>	<b>1.050</b>	<b>1.292</b>	Promedio	<b>0.961</b>	<b>0.956</b>	<b>1.075</b>	<b>0.862</b>
DESV. EST	<b>0.108</b>	<b>0.139</b>	<b>0.134</b>	<b>0.115</b>	DESV. EST	<b>0.096</b>	<b>0.107</b>	<b>0.278</b>	<b>0.100</b>
MIN	<b>0.850</b>	<b>0.810</b>	<b>0.900</b>	<b>1.110</b>	MIN	<b>0.740</b>	<b>0.770</b>	<b>0.760</b>	<b>0.710</b>
MAX	<b>1.150</b>	<b>1.330</b>	<b>1.310</b>	<b>1.430</b>	MAX	<b>1.070</b>	<b>1.110</b>	<b>1.780</b>	<b>1.060</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	0.70	0.67	0.76	0.76	1	0.90	1.03	1.01	0.94
2	0.81	1.77	0.71	0.92	2	0.94	0.86	1.05	1.52
3	1.03	0.75	0.71	1.01	3	0.92	0.91	1.02	1.20
4	0.78	0.72	0.79	0.97	4	1.05	0.90	0.87	0.98
5	0.80	0.95	0.80	0.88	5	1.02	1.06	0.84	1.03
6	0.73	0.97	0.82	1.35	6	0.95	1.07	0.88	1.23
7	0.79	0.62	0.94	0.97	7	0.93	1.07	0.88	1.02
8	0.86	0.95	0.73	1.21	8	0.87	0.94	0.84	1.01
9	0.88	0.83	0.81	0.96	9	0.82	1.22	1.04	1.01
10	0.91	0.83	0.70	0.78	10	1.02	1.10	1.00	1.11
Promedio	<b>0.829</b>	<b>0.906</b>	<b>0.777</b>	<b>0.981</b>	Promedio	<b>0.942</b>	<b>1.016</b>	<b>0.943</b>	<b>1.105</b>
DESV. EST	<b>0.096</b>	<b>0.327</b>	<b>0.073</b>	<b>0.181</b>	DESV. EST	<b>0.072</b>	<b>0.111</b>	<b>0.088</b>	<b>0.173</b>
MIN	<b>0.700</b>	<b>0.620</b>	<b>0.700</b>	<b>0.760</b>	MIN	<b>0.820</b>	<b>0.860</b>	<b>0.840</b>	<b>0.940</b>
MAX	<b>1.030</b>	<b>1.770</b>	<b>0.940</b>	<b>1.350</b>	MAX	<b>1.050</b>	<b>1.220</b>	<b>1.050</b>	<b>1.520</b>

CUADRO F.- Peso de Jipi (gr) de 10 plantas

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	6	9	10	6	1	7	13	4	2
2	9	7	7	9	2	6	6	5	3
3	15	8	8	5	3	4	5	9	1
4	10	6	4	8	4	6	8	9	3
5	9	7	8	8	5	9	9	6	3
6	8	8	6	7	6	3	5	9	3
7	11	6	6	4	7	7	9	5	2
8	12	9	7	7	8	7	5	7	1
9	11	9	8	6	9	10	9	14	2
10	8	7	9	5	10	8	9	9	3
Promedio	<b>9.90</b>	<b>7.60</b>	<b>7.30</b>	<b>6.50</b>	Promedio	<b>6.70</b>	<b>7.80</b>	<b>7.70</b>	<b>2.30</b>
DESV. EST	<b>2.51</b>	<b>1.17</b>	<b>1.70</b>	<b>1.58</b>	DESV. EST	<b>2.11</b>	<b>2.57</b>	<b>2.95</b>	<b>0.82</b>
MIN	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	MIN	<b>3.00</b>	<b>5.00</b>	<b>4.00</b>	<b>1.00</b>
MAX	<b>15.00</b>	<b>9.00</b>	<b>10.00</b>	<b>9.00</b>	MAX	<b>10.00</b>	<b>13.00</b>	<b>14.00</b>	<b>3.00</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	2	3	3	4	1	5	7	7	5
2	5	2	3	4	2	6	5	6	21
3	6	3	4	2	3	7	6	8	8
4	5	4	2	3	4	7	6	5	8
5	6	3	6	3	5	10	6	7	2
6	11	4	4	4	6	8	6	4	7
7	5	2	7	5	7	5	7	7	19
8	6	4	3	5	8	6	8	5	5
9	4	6	8	2	9	5	10	4	6
10	5	4	4	5	10	6	9	6	5
Promedio	<b>5.50</b>	<b>3.50</b>	<b>4.40</b>	<b>3.70</b>	Promedio	<b>6.50</b>	<b>7.00</b>	<b>5.90</b>	<b>8.60</b>
DESV. EST	<b>2.27</b>	<b>1.18</b>	<b>1.96</b>	<b>1.16</b>	DESV. EST	<b>1.58</b>	<b>1.56</b>	<b>1.37</b>	<b>6.28</b>
MIN	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	MIN	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>4.00</b>	<b>2.00</b>
MAX	<b>11.00</b>	<b>6.00</b>	<b>8.00</b>	<b>5.00</b>	MAX	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	<b>8.00</b>	<b>21.00</b>

CUADRO F - 1.- Peso de Jipi (t/ha) en 9.6 m<sup>2</sup>

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	0.714	0.770	1.074	1.352
II	0.436	0.701	0.565	0.399
III	0.576	0.754	0.315	0.309
IV	0.436	0.701	0.565	0.399
Promedio	<b>0.541</b>	<b>0.732</b>	<b>0.630</b>	<b>0.615</b>
DESV. EST	<b>0.133</b>	<b>0.036</b>	<b>0.319</b>	<b>0.493</b>
MIN	<b>0.436</b>	<b>0.701</b>	<b>0.315</b>	<b>0.309</b>
MAX	<b>0.714</b>	<b>0.770</b>	<b>1.074</b>	<b>1.352</b>

CUADRO G.- Peso de Kiri (gr) de 10 plantas

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	12	13	14	24	1	13	10	10	13
2	19	12	23	22	2	12	10	11	14
3	26	12	23	37	3	9	17	18	16
4	15	13	22	30	4	14	15	18	11
5	15	21	21	17	5	14	14	16	14
6	12	18	17	23	6	15	12	18	10
7	22	25	22	44	7	16	12	10	14
8	23	14	17	41	8	14	9	14	11
9	13	17	18	47	9	14	19	10	15
10	13	24	21	17	10	15	16	15	12
Promedio	<b>17.00</b>	<b>16.90</b>	<b>19.80</b>	<b>30.20</b>	Promedio	<b>13.60</b>	<b>13.40</b>	<b>14.00</b>	<b>13.00</b>
DESV. EST	<b>5.12</b>	<b>4.95</b>	<b>3.08</b>	<b>11.26</b>	DESV. EST	<b>1.96</b>	<b>3.34</b>	<b>3.50</b>	<b>1.94</b>
MIN	<b>12.00</b>	<b>12.00</b>	<b>14.00</b>	<b>17.00</b>	MIN	<b>9.00</b>	<b>9.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>
MAX	<b>26.00</b>	<b>25.00</b>	<b>23.00</b>	<b>47.00</b>	MAX	<b>16.00</b>	<b>19.00</b>	<b>18.00</b>	<b>16.00</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	17	14	11	6	1	13	15	16	18
2	13	11	9	6	2	13	12	12	18
3	14	10	12	7	3	13	12	14	26
4	16	12	8	10	4	15	10	15	36
5	19	16	8	9	5	17	13	10	15
6	13	17	9	6	6	15	14	10	26
7	15	15	11	8	7	13	10	16	35
8	13	14	10	9	8	9	11	10	15
9	11	16	11	10	9	12	18	16	14
10	14	13	10	9	10	14	17	13	15
Promedio	<b>14.50</b>	<b>13.80</b>	<b>9.90</b>	<b>8.05</b>	Promedio	<b>13.40</b>	<b>13.20</b>	<b>13.20</b>	<b>21.80</b>
DESV. EST	<b>2.32</b>	<b>2.30</b>	<b>1.37</b>	<b>1.63</b>	DESV. EST	<b>2.12</b>	<b>2.78</b>	<b>2.57</b>	<b>8.43</b>
MIN	<b>11.00</b>	<b>10.00</b>	<b>8.00</b>	<b>6.00</b>	MIN	<b>9.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	<b>14.00</b>
MAX	<b>19.00</b>	<b>17.00</b>	<b>12.00</b>	<b>10.00</b>	MAX	<b>17.00</b>	<b>18.00</b>	<b>16.00</b>	<b>36.00</b>

CUADRO G - 1.- Peso de Kiri (t/ha) en 9.6 m<sup>2</sup>

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	0.678	1.176	1.915	3.814
II	0.866	0.943	1.025	0.964
III	0.743	0.411	0.589	0.638
IV	1.102	1.052	0.991	2.436
Promedio	<b>0.847</b>	<b>0.896</b>	<b>1.130</b>	<b>1.963</b>
DESV. EST	<b>0.187</b>	<b>0.337</b>	<b>0.560</b>	<b>1.461</b>
MIN	<b>0.678</b>	<b>0.411</b>	<b>0.589</b>	<b>0.638</b>
MAX	<b>1.102</b>	<b>1.176</b>	<b>1.915</b>	<b>3.814</b>

CUADRO H.- Peso de grano limpio (g/planta) 10 plantas

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	16	24	29	36	1	18	39	14	12
2	23	20	33	29	2	14	16	16	11
3	32	17	33	29	3	13	21	32	11
4	25	21	30	30	4	16	25	31	10
5	24	29	27	34	5	22	24	22	13
6	15	33	36	28	6	6	17	27	12
7	32	39	28	29	7	18	24	11	11
8	31	27	30	37	8	17	18	24	13
9	24	27	39	33	9	19	28	16	10
10	20	39	39	28	10	26	25	24	10
Promedio	<b>24.20</b>	<b>27.60</b>	<b>32.40</b>	<b>31.30</b>	Promedio	<b>16.90</b>	<b>23.70</b>	<b>21.70</b>	<b>11.30</b>
DES. EST	<b>6.14</b>	<b>7.59</b>	<b>4.38</b>	<b>3.40</b>	DES. EST	<b>5.36</b>	<b>6.67</b>	<b>7.23</b>	<b>1.16</b>
MIN	<b>15.00</b>	<b>17.00</b>	<b>27.00</b>	<b>28.00</b>	MIN	<b>6.00</b>	<b>16.00</b>	<b>11.00</b>	<b>10.00</b>
MAX	<b>32.00</b>	<b>39.00</b>	<b>39.00</b>	<b>37.00</b>	MAX	<b>26.00</b>	<b>39.00</b>	<b>32.00</b>	<b>13.00</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	8	8	7	8	1	15	26	18	23
2	15	9	8	11	2	15	17	16	73
3	19	8	6	7	3	19	15	17	27
4	12	7	6	9	4	18	16	16	16
5	11	10	9	10	5	17	25	14	19
6	8	9	9	10	6	16	27	15	29
7	12	8	13	11	7	15	20	22	32
8	19	11	11	8	8	14	24	12	17
9	13	16	14	6	9	18	37	16	16
10	12	11	8	8	10	19	30	21	20
Promedio	<b>12.90</b>	<b>9.70</b>	<b>9.10</b>	<b>8.85</b>	Promedio	<b>16.60</b>	<b>23.70</b>	<b>16.70</b>	<b>27.20</b>
DESV. EST	<b>3.84</b>	<b>2.58</b>	<b>2.77</b>	<b>1.69</b>	DESV. EST	<b>1.84</b>	<b>6.90</b>	<b>3.02</b>	<b>17.05</b>
MIN	<b>8.00</b>	<b>7.00</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	MIN	<b>14.00</b>	<b>15.00</b>	<b>12.00</b>	<b>16.00</b>
MAX	<b>19.00</b>	<b>16.00</b>	<b>14.00</b>	<b>11.00</b>	MAX	<b>19.00</b>	<b>37.00</b>	<b>22.00</b>	<b>73.00</b>

CUADRO H - 1.- Peso de Grano Limpio (t/ha) 9.6 m<sup>2</sup>.

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	2.098	1.910	2.731	3.095
II	1.904	2.320	1.857	1.619
III	2.234	1.997	2.134	0.914
IV	2.116	2.200	2.376	2.919
Promedio	<b>2.088</b>	<b>2.107</b>	<b>2.275</b>	<b>2.137</b>
DESV. EST	<b>0.137</b>	<b>0.187</b>	<b>0.371</b>	<b>1.048</b>
MIN	<b>1.904</b>	<b>1.910</b>	<b>1.857</b>	<b>0.914</b>
MAX	<b>2.234</b>	<b>2.320</b>	<b>2.731</b>	<b>3.095</b>

CUADRO I.- Peso total del grano más Jipi (g/planta) 10 plantas.

PLANTA	BLOQUE I				PLANTA	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	22	33	39	41	1	25	52	18	13
2	32	38	45	36	2	20	22	21	15
3	47	33	46	39	3	17	26	41	15
4	35	29	35	38	4	22	33	40	12
5	33	38	41	34	5	31	33	28	11
6	23	31	49	35	6	9	22	36	11
7	43	38	33	33	7	25	33	16	15
8	43	37	39	46	8	24	23	31	14
9	35	35	34	37	9	29	37	30	16
10	28	40	36	39	10	34	34	33	14
Promedio	<b>34.10</b>	<b>35.20</b>	<b>39.70</b>	<b>37.80</b>	Promedio	<b>23.60</b>	<b>31.50</b>	<b>29.40</b>	<b>13.60</b>
DESV. EST	<b>8.43</b>	<b>3.58</b>	<b>5.48</b>	<b>3.79</b>	DESV. EST	<b>7.21</b>	<b>9.11</b>	<b>8.75</b>	<b>1.78</b>
MIN	<b>22.00</b>	<b>29.00</b>	<b>33.00</b>	<b>33.00</b>	MIN	<b>9.00</b>	<b>22.00</b>	<b>16.00</b>	<b>11.00</b>
MAX	<b>47.00</b>	<b>40.00</b>	<b>49.00</b>	<b>46.00</b>	MAX	<b>34.00</b>	<b>52.00</b>	<b>41.00</b>	<b>16.00</b>

Continúa...

Viene...

PLANTA	BLOQUE III				PLANTA	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	29	23	29	21	1	20	33	25	28
2	27	24	22	23	2	21	22	22	94
3	25	26	21	24	3	26	21	25	35
4	31	21	28	25	4	25	22	21	24
5	33	23	15	24	5	27	31	21	21
6	29	23	26	16	6	24	33	19	36
7	30	20	20	24	7	20	27	29	51
8	25	25	25	21	8	20	32	17	22
9	28	22	22	25	9	23	47	20	22
10	27	25	27	22	10	25	39	27	25
Promedio	<b>28.40</b>	<b>23.20</b>	<b>23.50</b>	<b>22.50</b>	Promedio	<b>23.10</b>	<b>30.70</b>	<b>22.60</b>	<b>35.80</b>
DESV. EST	<b>2.55</b>	<b>1.87</b>	<b>4.30</b>	<b>2.72</b>	DESV. EST	<b>2.69</b>	<b>8.21</b>	<b>3.78</b>	<b>22.45</b>
MIN	<b>25.00</b>	<b>20.00</b>	<b>15.00</b>	<b>16.00</b>	MIN	<b>20.00</b>	<b>21.00</b>	<b>17.00</b>	<b>21.00</b>
MAX	<b>33.00</b>	<b>26.00</b>	<b>29.00</b>	<b>25.00</b>	MAX	<b>27.00</b>	<b>47.00</b>	<b>29.00</b>	<b>94.00</b>

CUADRO I - 1.- Peso de Grano más Jipi (t/ha) 9.6 m2

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	2.612	2.680	3.405	4.447
II	2.340	3.021	2.422	2.018
III	2.808	2.751	2.449	1.223
IV	2.698	2.763	2.833	3.749
Promedio	<b>2.615</b>	<b>2.804</b>	<b>2.777</b>	<b>2.859</b>
DESV. EST	<b>0.200</b>	<b>0.149</b>	<b>0.459</b>	<b>1.494</b>
MIN	<b>2.340</b>	<b>2.680</b>	<b>2.422</b>	<b>1.223</b>
MAX	<b>2.808</b>	<b>3.021</b>	<b>3.405</b>	<b>4.447</b>

CUADRO J.- Número de granos por gramo con 5 repeticiones por tratamiento.

REPETICION	BLOQUE I				REPETICION	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	225	201	229	215	1	244.00	235.00	216.00	231.00
2	219	207	231	214	2	240.00	238.00	212.00	225.00
3	223	212	232	220	3	248.00	231.00	214.00	226.00
4	220	215	238	218	4	246.00	234.00	215.00	228.00
5	213	205	235	213	5	247.00	237.00	218.00	230.00
Promedio	<b>220.00</b>	<b>208.00</b>	<b>233.00</b>	<b>216.00</b>	Promedio	<b>245.00</b>	<b>235.00</b>	<b>215.00</b>	<b>228.00</b>
DESV. EST	<b>4.58</b>	<b>5.57</b>	<b>3.54</b>	<b>2.92</b>	DESV. EST	<b>3.16</b>	<b>2.74</b>	<b>2.24</b>	<b>2.55</b>
MIN	<b>213.00</b>	<b>201.00</b>	<b>229.00</b>	<b>213.00</b>	MIN	<b>240.00</b>	<b>231.00</b>	<b>212.00</b>	<b>225.00</b>
MAX	<b>225.00</b>	<b>215.00</b>	<b>238.00</b>	<b>220.00</b>	MAX	<b>248.00</b>	<b>238.00</b>	<b>218.00</b>	<b>231.00</b>
REPETICION	BLOQUE III				REPETICION	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	256.00	216.00	197.00	195.00	1	238	248	195	233
2	263.00	220.00	206.00	200.00	2	241	246	196	239
3	257.00	223.00	205.00	203.00	3	239	253	198	235
4	259.00	222.00	199.00	203.00	4	245	253	205	238
5	265.00	214.00	208.00	199.00	5	242	250	201	235
Promedio	<b>260.00</b>	<b>219.00</b>	<b>203.00</b>	<b>200.00</b>	Promedio	<b>241.00</b>	<b>250.00</b>	<b>199.00</b>	<b>236.00</b>
DESV. EST	<b>3.87</b>	<b>3.87</b>	<b>4.74</b>	<b>3.32</b>	DESV. EST	<b>2.74</b>	<b>3.08</b>	<b>4.06</b>	<b>2.45</b>
MIN	<b>256.00</b>	<b>214.00</b>	<b>197.00</b>	<b>195.00</b>	MIN	<b>238.00</b>	<b>246.00</b>	<b>195.00</b>	<b>233.00</b>
MAX	<b>265.00</b>	<b>223.00</b>	<b>208.00</b>	<b>203.00</b>	MAX	<b>245.00</b>	<b>253.00</b>	<b>205.00</b>	<b>239.00</b>

CUADRO J - 1.- Número de granos por gramo promedio por variedad

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	220.000	208.000	233.000	216.000
II	245.000	235.000	215.000	228.000
III	260.000	219.000	203.000	200.000
IV	241.000	250.000	199.000	236.000
Promedio	<b>241.500</b>	<b>228.000</b>	<b>212.500</b>	<b>220.000</b>
DESV. EST	<b>16.503</b>	<b>18.385</b>	<b>15.264</b>	<b>15.663</b>
MIN	<b>220.000</b>	<b>208.000</b>	<b>199.000</b>	<b>200.000</b>
MAX	<b>260.000</b>	<b>250.000</b>	<b>233.000</b>	<b>236.000</b>

CUADRO K.- Diámetro del grano (mm) con 5 repeticiones por tratamiento.

REPETICION	BLOQUE I				REPETICION	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	2.28	2.16	1.97	2.03	1	2.21	2.23	2.19	2.00
2	2.23	2.17	1.99	2.06	2	2.19	2.27	2.18	1.98
3	2.29	2.20	1.98	2.08	3	2.16	2.25	2.16	1.97
4	2.28	2.21	1.95	2.03	4	2.19	2.21	2.14	2.02
5	2.25	2.19	1.97	2.05	5	2.19	2.29	2.17	1.99
Promedio	<b>2.27</b>	<b>2.19</b>	<b>1.97</b>	<b>2.05</b>	Promedio	<b>2.19</b>	<b>2.25</b>	<b>2.17</b>	<b>1.99</b>
DESV. EST	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	DESV. EST	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>
MIN	<b>2.23</b>	<b>2.16</b>	<b>1.95</b>	<b>2.03</b>	MIN	<b>2.16</b>	<b>2.21</b>	<b>2.14</b>	<b>1.97</b>
MAX	<b>2.29</b>	<b>2.21</b>	<b>1.99</b>	<b>2.08</b>	MAX	<b>2.21</b>	<b>2.29</b>	<b>2.19</b>	<b>2.02</b>
REPETICION	BLOQUE III				REPETICION	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	2.19	2.18	2.24	2.15	1	2.27	2.21	1.94	2.20
2	2.21	2.19	2.25	2.19	2	2.23	2.23	1.96	2.25
3	2.24	2.21	2.23	2.16	3	2.23	2.24	1.92	2.27
4	2.20	2.23	2.20	2.17	4	2.24	2.25	1.91	2.26
5	2.21	2.20	2.23	2.15	5	2.25	2.23	1.93	2.25
Promedio	<b>2.21</b>	<b>2.20</b>	<b>2.23</b>	<b>2.16</b>	Promedio	<b>2.24</b>	<b>2.23</b>	<b>1.93</b>	<b>2.25</b>
DESV. EST	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	DESV. EST	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>
MIN	<b>2.19</b>	<b>2.18</b>	<b>2.20</b>	<b>2.15</b>	MIN	<b>2.23</b>	<b>2.21</b>	<b>1.91</b>	<b>2.20</b>
MAX	<b>2.24</b>	<b>2.23</b>	<b>2.25</b>	<b>2.19</b>	MAX	<b>2.27</b>	<b>2.25</b>	<b>1.96</b>	<b>2.27</b>

CUADRO K - 1.- Diámetro del grano (mm) promedio por variedad

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	2.270	2.190	1.970	2.050
II	2.190	2.250	2.170	1.990
III	2.210	2.200	2.230	2.160
IV	2.240	2.230	1.930	2.250
Promedio	<b>2.228</b>	<b>2.218</b>	<b>2.075</b>	<b>2.113</b>
DESV. EST	<b>0.035</b>	<b>0.028</b>	<b>0.147</b>	<b>0.116</b>
MIN	<b>2.190</b>	<b>2.190</b>	<b>1.930</b>	<b>1.990</b>
MAX	<b>2.270</b>	<b>2.250</b>	<b>2.230</b>	<b>2.250</b>

CUADRO L.- Evaluaciones fenológicas, promedio de 10 plantas en días desde la siembra.

Variedad	Emergencia	Dos Hojas Verdaderas	Cuatro Hojas Verdaderas	Seis Hojas Verdaderas	Ramificación	Panojamiento	Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso	Madurez Fisiológica
CICA - 17	7	15	23	29	44	63	94	126	137	155
CICA - 18	7	14	25	30	45	61	93	124	135	153
CICA - 127	7	13	24	29	43	64	95	125	136	151
TESTIGO	9	16	27	33	50	70	104	141	155	171
Promedio	7.500	14.500	24.750	30.250	45.500	64.500	96.500	129.000	140.750	157.500
DESV. EST	1.000	1.291	1.708	1.893	3.109	3.873	5.066	8.042	9.535	9.147
MIN	7.000	13.000	23.000	29.000	43.000	61.000	93.000	124.000	135.000	151.000
MAX	9.000	16.000	27.000	33.000	50.000	70.000	104.000	141.000	155.000	171.000

CUADRO LL.- Análisis fisicoquímico.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA  
**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0542-18-LAQ

SOLICITANTE: ELVIS QUISPE MAYTA

DIRECCION : DISTRITO SAN SALVADOR

MUESTRA : QUINUA

- 1.- VARIEDAD CICA-17 : SAN SALVADOR-CALCA-CUSCO
- 2.- VARIEDAD CICA-127 SAN SALVADOR-CALCA-CUSCO
- 3.- VARIEDAD CICA-18 SAN SALVADOR-CALCA-CUSCO
- 4.- VARIEDAD LOCAL (AMARILLO MARANGANI) TESTIGO

FECHA : 0/02/10/2018

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2	3	4
Humedad %	10.18	10.28	10.46	9.79
Proteína %	15.62	22.59	16.42	15.50
Grasa %	6.20	6.55	6.42	6.80
Ceniza %	2.32	2.08	2.17	2.00
Fibra %	6.24	6.02	6.10	6.60
Carbohidratos %	65.68	58.50	64.53	65.91

\* Métodos Humedad NTP 206.011, Proteína AOAC 935.39, Grasa NTP 206.017, Ceniza AOAC 935.39B, Fibra FAO 14/7 Carbohidrato Diferencia.

Cusco, 23 de Octubre 2018

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Académicos  
 Laboratorio de Análisis Químico  
 Responsable del Laboratorio de Análisis Químico

CUADRO M.- Análisis para la determinación de aminoácidos por HPLC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad  
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 22 de Noviembre del 2018

Solicitante : Elvis Guispe Mayta  
 Tipo de Análisis : Determinación de Aminoácidos por HPLC  
 Tipo de Muestras : Quinoa CICA -17, CICA - 18, CICA - 127, Amarilla Marangani  
 Cantidad de Muestra : 4 Bolsas con Aprox. 50gr  
 Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por HPLC

Cromatógrafo : Agilent serie 1200  
 Columna : Zorbax Eclipse AAA Rapid Resolution 4.6 x 75mm, 3.5um  
 Flujo de Columna : 2.0 ml/min.  
 Temperatura : 35 °C  
 Solvente A : Buffer NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> a pH 7.8  
 Solvente B : Acetonitrilo ; Metanol: Agua (45:45:10)  
 Detección DAD : 262 y 338 nm

Quinoa CICA -127

Aminoácidos	1	2	3	Promedio mg/100gr
Aspartic Acid	35.179	40.233	57.293	44.235
Glutamic Acid	102.389	120.917	137.223	120.177
Serine	48.503	54.300	61.274	54.693
Histidine	77.227	82.937	90.929	83.698
Glycine	302.244	321.823	340.499	321.522
Threonine	49.146	53.548	37.222	46.639
Arginine	85.105	84.535	93.173	87.605
Alanine	85.047	66.891	92.331	81.423
Tyrosine	19.374	21.314	24.517	21.735
Cystine	0.000	0.000	0.000	0.000
Valine	76.474	58.753	73.021	69.416
Methionine	9.052	17.826	12.875	13.251
Phenilalanine	40.255	43.061	47.756	43.691
Isoleucine	49.801	54.187	60.039	54.676
Leucine	59.741	65.007	75.096	66.614
Lysine	258.078	272.345	300.282	276.902
Proline	0.000	0.000	0.000	0.000



*[Handwritten Signature]*

Guim, Jorge Choquenaita Parí  
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
 Espectrometría - UNSAAC.  
 CCP - 914

CUADRO M-1.- Análisis para la determinación de aminoácidos por HPLC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad  
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 973868855

Quinoa CICA -18

Aminoácidos	1	2	3	Promedio mg/100gr
Aspartic Acid	50.902	60.942	70.009	60.617
Glutamic Acid	127.059	149.749	168.905	148.571
Serine	52.689	56.543	61.245	56.826
Histidine	71.172	65.682	66.696	67.850
Glycine	296.832	294.642	305.836	299.103
Threonine	36.338	39.085	41.479	38.968
Arginine	76.350	78.485	82.573	79.136
Alanine	69.077	76.071	93.852	79.667
Tyrosine	21.619	22.231	25.430	23.093
Cystine	0.000	0.000	0.000	0.000
Valine	81.963	80.847	90.390	84.400
Methionine	43.288	21.214	22.681	29.061
Phenilalanine	42.965	43.135	47.497	44.532
Isoleucine	55.247	46.841	55.327	52.472
Leucine	65.841	73.974	78.993	72.936
Lysine	266.304	253.441	255.139	258.295
Proline	0.000	0.000	0.000	0.000

Quinoa Amarilla Marangani

Aminoácidos	1	2	2	Promedio mg/100gr
Aspartic Acid	60.211	61.198	94.489	71.966
Glutamic Acid	135.798	170.319	172.228	159.448
Serine	53.560	55.986	55.690	55.079
Histidine	73.694	71.420	75.655	73.590
Glycine	366.105	335.288	341.776	347.723
Threonine	71.770	69.666	74.730	72.055
Arginine	104.171	109.169	108.721	107.354
Alanine	79.625	100.709	83.575	87.970
Tyrosine	22.023	22.606	22.592	22.407
Cystine	0.000	0.000	0.000	0.000
Valine	77.802	91.255	86.408	85.155
Methionine	21.692	23.033	20.287	21.671
Phenilalanine	50.855	37.308	39.201	42.454
Isoleucine	63.091	41.814	42.740	49.215
Leucine	73.788	62.257	65.160	67.068
Lysine	255.346	209.598	220.911	228.618
Proline	0.000	0.000	0.000	0.000



Quim. Jorge Choquenaira Pari  
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
 Espectrometría – UNSAAC,  
 CGP - 914

## CUADRO M-2.- Análisis para la determinación de aminoácidos por HPLC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad

AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

Quinoa CICA -17

Aminoácidos	1	2	2	Promedio mg/100gr
Aspartic Acid	57.529	67.311	73.887	66.242
Glutamic Acid	146.927	183.401	191.305	173.878
Serine	57.305	64.032	69.243	63.526
Histidine	71.303	84.809	84.739	80.283
Glycine	331.076	354.379	368.968	351.474
Threonine	71.664	79.402	80.804	77.290
Arginine	105.191	117.078	123.285	115.185
Alanine	83.277	92.739	96.715	90.911
Tyrosine	22.451	24.012	26.019	24.161
Cystine	0.000	0.000	0.000	0.000
Valine	102.361	103.880	103.829	103.357
Methionine	36.674	39.186	48.104	41.321
Phenilalanine	44.734	51.577	54.746	50.352
Isoleucine	49.963	64.119	67.027	60.370
Leucine	72.733	85.824	91.066	83.208
Lysine	266.390	296.001	298.144	286.845
Proline	0.000	0.000	0.000	0.000

Nota: El análisis efectuado fue por triplicado, la metodología desarrollada para la determinación de aminoácidos es de acuerdo a la literatura descrita con algunas modificaciones:

- Henderson J. w., Brooks A. 2010 Improved Amino Acid Methods using Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 Columns for a Variety of Agilent LC Instrumentation and Separation Goals Agilent Technologies, Inc., 2010 Printed in the USA April 6, 2010 5990-4547EN
- J. Lopez-Hernández\*, J. Simal-Lozano, and M.J. Oruña-Concha 1997 "Determination of Amino Acids in Green Beans by Derivatization with Phenylisothiocyanate and High-Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection" Journal of Chromatographic Science, Vol. 35, April 1997



Guim. Jorge Choquenaira Pari  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
Espectrometría - UNSAAC.  
CGP - 914

CUADRO N.- Análisis de suelo.

4.4  
JL

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

- APARTADO POSTAL  
N° 921 - Cusco - Perú
- CIUDAD UNIVERSITARIA  
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- MUSEO INKA  
Cuesta del Almorzate N° 103 - Teléfono: 237380
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 232210  
243805 - 243836 - 243837 - 243838
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA  
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277248
- RECTORADO  
Calle Típe N° 127  
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254198
- LOCAL CENTRAL  
Plaza de Armas s/n  
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"  
Av. De la Cultura N° 721  
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)  
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

---

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : HUAYHUACSIQUIN, SAN SALVADOR, CALCA - CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : ELVIS QUISPE MAYTA.

---

**ANALISIS DE FERTILIDAD :**

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% CaCO <sub>3</sub>	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ppm K <sub>2</sub> O
01	ÑUSTACHAYOC	0.48	7.50	--	1.37	0.07	106.2	124

---

**ANALISIS MECANICO :**

N°	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	ÑUSTACHAYOC	45	31	24	FRANCO

CUSCO, 26 DE AGOSTO DEL 2,017.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS



Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi  
DIRECTOR



FAUSTO YAPURA CONDORI  
ANALISTA EN SUELOS, AGUAS Y PLANTAS

CUADRO O.- Nivel de saponina en (ml) de espuma con 5 repeticiones por tratamiento.

REPETICION	BLOQUE I				REPETICION	BLOQUE II			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	6.20	5.10	7.20	8.80	1	6.50	6.50	5.90	6.90
2	5.77	4.90	5.74	8.90	2	5.90	5.70	6.50	7.50
3	6.50	4.60	6.10	7.50	3	6.33	5,88	6.10	7.07
4	5.50	5.90	5.80	7.60	4	5.80	6.60	5.67	7.60
5	5.80	5.30	6.50	8.43	5	6.30	6.24	5.70	7.00
Promedio	<b>5.95</b>	<b>5.16</b>	<b>6.27</b>	<b>8.25</b>	Promedio	<b>6.17</b>	<b>6.26</b>	<b>5.97</b>	<b>7.21</b>
DESV. EST	<b>0.39</b>	<b>0.49</b>	<b>0.60</b>	<b>0.66</b>	DESV. EST	<b>0.30</b>	<b>0.40</b>	<b>0.34</b>	<b>0.31</b>
MIN	<b>5.50</b>	<b>4.60</b>	<b>5.74</b>	<b>7.50</b>	MIN	<b>5.80</b>	<b>5.70</b>	<b>5.67</b>	<b>6.90</b>
MAX	<b>6.50</b>	<b>5.90</b>	<b>7.20</b>	<b>8.90</b>	MAX	<b>6.50</b>	<b>6.60</b>	<b>6.50</b>	<b>7.60</b>
REPETICION	BLOQUE III				REPETICION	BLOQUE IV			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL		CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
1	7.90	6.70	5.90	6.70	1	5.9	6.9	7.9	7.1
2	8.70	7.30	6.50	5.96	2	6.4	7.3	7.6	7.4
3	8.10	6.90	6.30	6.20	3	6.06	7.6	6.9	6.95
4	8.04	7.40	6.00	6.40	4	6.7	6.8	7.4	7.7
5	8.50	6.80	6.10	6.60	5	6.2	7.4	7,1	7.5
Promedio	<b>8.25</b>	<b>7.02</b>	<b>6.16</b>	<b>6.37</b>	Promedio	<b>6.25</b>	<b>7.20</b>	<b>7.45</b>	<b>7.33</b>
DESV. EST	<b>0.34</b>	<b>0.31</b>	<b>0.24</b>	<b>0.30</b>	DESV. EST	<b>0.31</b>	<b>0.34</b>	<b>0.42</b>	<b>0.30</b>
MIN	<b>7.90</b>	<b>6.70</b>	<b>5.90</b>	<b>5.96</b>	MIN	<b>5.90</b>	<b>6.80</b>	<b>6.90</b>	<b>6.95</b>
MAX	<b>8.70</b>	<b>7.40</b>	<b>6.50</b>	<b>6.70</b>	MAX	<b>6.70</b>	<b>7.60</b>	<b>7.90</b>	<b>7.70</b>

CUADRO O - 1.- Nivel de saponina en (ml) de espuma promedio por variedad.

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	CICA - 17	CICA - 18	CICA - 127	VARIEDAD LOCAL
I	5.95	5.16	6.27	8.25
II	6.17	6.26	5.97	7.21
III	8.25	7.02	6.16	6.37
IV	6.25	7.20	7.45	7.33
Promedio	<b>6.655</b>	<b>6.410</b>	<b>6.463</b>	<b>7.290</b>
DESV. EST	<b>1.071</b>	<b>0.928</b>	<b>0.670</b>	<b>0.769</b>
MIN	<b>5.950</b>	<b>5.160</b>	<b>5.970</b>	<b>6.370</b>
MAX	<b>8.250</b>	<b>7.200</b>	<b>7.450</b>	<b>8.250</b>