

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARTICIPATIVA DE DIEZ  
ACCESIONES AVANZADOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*  
Willd.) EN CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

**Por:**

**Javier Mamani Mamani**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Diciembre, 2015**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARTICIPATIVA DE DIEZ ACCESIONES AVANZADOS  
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN CENTRO EXPERIMENTAL DE  
KALLUTACA**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
para optar el Título de Ingeniero en  
Ingeniería Agrónomica*

**Javier Mamani Mamani**

**Asesores:**

Dr. Víctor Hugo Mendoza Condori .....

Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

Ing. Pedro Mamani Mamani .....

**Tribunal Revisor:**

Ing. Laoreano Coronel Quispe .....

Ing. Victor Paye Huaranca .....

Ing. Gabriel Pari Flores .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

***Con amor, respeto y gratitud:***

*A mi familia, a la enorme contribución de este trabajo de la tesis. Gracias Dios mío, por ser el guía de mi vida.*

**Javier**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Carrera de Ingeniería Agronómica; de la Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Pública de El Alto, por abrirme la puerta para recibir conocimientos profesionales. Asimismo, al cuerpo docente, por haberme transmitido sus conocimientos y experiencias; mi más sinceros agradecimientos a ellos.

A la Institución INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal) que me dio la oportunidad de realizar el trabajo de investigación en beneficio de la sociedad.

A los miembros de Tribunal Revisor, al Ing. Laoreano Coronel Quispe en su calidad de Director de la Carrera, Ing. Victor Paye Huaranca y al Ing. Gabriel Pari Flores, quienes son docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica; los cuales con sus conocimientos y sugerencias permitieron la ejecución y culminación de la presente investigación.

También agradezco a mis Asesores de Tesis de Grado; al Dr. Víctor Hugo Mendoza Condori, Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez y al Ing. Pedro Mamani Mamani, docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica, que sin egoísmo me transmitieron sus conocimientos y experiencias.

A mi familia en general, que con su apoyo y cariño me han sabido dar consejos, y su apoyo incondicional, en especial a mis padres Lorenzo y Francisca, a mis hermanos (as), Silveria, Pedro, Ramiro, Plácido y Grover, a mi querida esposa Graciela y a mis hijas Esmeralda Evelin y Livia Alía, que a todos ellos los amo con todo mi corazón y por estar ahí siempre, por darme su cariño, sus consejos y su amor.

A mis compañeros de estudio de la Universidad, a: Cesar Chipana Cruz, Fermín Choque Gaguillo y Betty Acarapi Choque, con quienes compartí muchos momentos inolvidables, experiencias y conocimientos.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

***El Autor.***

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN .....	x

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Características generales del cultivo de la quinua.....	3
2.1.1. Centro de origen de la quinua .....	3
2.1.2. Importancia del cultivo de la quinua .....	3
2.1.3. Producción internacional de la quinua.....	4
2.1.4. Producción nacional de la quinua.....	5
2.1.5. Producción de la quinua en el departamento de La Paz.....	6
2.1.6. Clasificación taxonómica.....	6
2.1.7. Nombres comunes de la quinua.....	7
2.1.8. Descripción botánica.....	7
2.1.8.1. Raíz.....	7
2.1.8.2. Tallo .....	7

2.1.8.3. Hojas.....	7
2.1.8.4. Inflorescencia.....	8
2.1.8.5. Flores.....	8
2.1.8.6. Frutos.....	8
2.1.8.7. Semilla.....	8
2.1.9. Ecología y adaptación.....	9
2.1.9.1. Temperatura.....	9
2.1.9.2. Sequia.....	9
2.1.9.3. Heladas.....	9
2.1.9.4. Radiación solar.....	9
2.1.9.5. Fotoperiodo.....	10
2.1.9.6. Precipitación.....	10
2.1.9.7. Humedad relativa.....	11
2.1.9.8. Altitud.....	11
2.1.9.9. Granizo.....	11
2.1.9.10. Suelos.....	11
2.1.9.11. Viento.....	12
2.1.9.12. pH.....	12
2.1.10. Fases fenológicas de la quinua.....	12
2.1.11. Valor nutricional de la quinua.....	13
2.1.12. Labores culturales.....	14
2.1.12.1. Preparación de suelo.....	14
2.1.12.2. Época de siembra.....	14
2.1.12.3. La siembra.....	14
2.1.12.4. Requerimientos nutricionales del cultivo.....	15
2.1.12.5. La semilla para la siembra.....	15

2.1.12.6.	Densidad de la siembra.....	15
2.1.12.7.	Profundidad de la siembra.....	15
2.1.12.8.	La resiembra .....	16
2.1.12.9.	El raleo de plántulas.....	16
2.1.12.10.	Control de malezas.....	16
2.1.12.11.	Aporque.....	16
2.1.13.	Plagas y enfermedades.....	17
2.1.13.1.	Plagas .....	17
2.1.13.1.1.	Qhuna qhuna.....	17
2.1.13.1.2.	Ticona.....	17
2.1.13.1.3.	Aves plaga.....	17
2.1.13.2.	Enfermedades.....	18
2.1.13.2.1.	Mildiu de la quinua.....	18
2.1.14.	Cosecha y rendimiento de grano.....	18
2.1.14.1.	Almacenamiento.....	20
2.1.14.2.	Rendimiento .....	20
2.1.15.	Formas de uso de la quinua.....	20
2.2.	Accesiones .....	21
2.2.1.	Banco de germoplasma .....	21
2.2.2.	Importancia del banco de germoplasma.....	21
2.2.3.	Banco nacional de germoplasma en Bolivia.....	22
2.2.4.	Accesión .....	22
2.3.	Evaluación participativa .....	22
2.3.1.	Selección de agricultores .....	23
2.3.2.	Lo que saben lo agricultores acerca de sus condiciones.....	23
2.3.3.	Enfoque de género en la investigación participativa.....	23

2.3.4.	Como escuchar en la evaluación con productores .....	24
2.3.5.	Evaluación con productores en diferentes fases del ciclo productivo .....	24
2.3.5.1.	Evaluación del cultivo en el campo de producción.....	24
2.3.5.2.	Evaluación post-cosecha.....	25
2.3.6.	Los métodos de evaluación participativa .....	25
2.3.6.1.	Evaluación absoluta .....	25
2.3.6.1.1.	Ventajas y desventajas de evaluación absoluta .....	25
2.3.6.2.	Orden de preferencias.....	26
2.3.6.2.1.	Ventajas y desventajas de orden de preferencias .....	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1.	Localización .....	27
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	27
3.2.	Características edafoclimáticas.....	27
3.2.1.	Clima.....	27
3.2.2.	Suelo.....	27
3.2.3.	Vegetación .....	27
3.3.	Materiales .....	29
3.3.1.	Materiales de campo .....	29
3.3.2.	Materiales de gabinete .....	29
3.3.3.	Material de laboratorio.....	29
3.3.4.	Material vegetal.....	30
3.4.	Metodología .....	30
3.4.1.	Ubicación de la parcela experimental .....	30
3.4.1.1.	Preparación del terreno .....	30
3.4.1.2.	Siembra.....	31
3.4.1.3.	Evaluación de las variables de respuesta.....	31

3.4.1.4.	Raleo, deshierbe y aporque .....	31
3.4.1.5.	Control de plagas y enfermedades .....	31
3.4.1.6.	Cosecha, secado y trillado .....	32
3.4.1.7.	Procedimiento de la evaluación participativa .....	32
3.4.1.7.1.	Evaluación en la fase de floración.....	32
3.4.1.7.2.	Evaluación participativa post-cosecha. ....	32
3.4.2.	Diseño experimental .....	33
3.4.3.	Modelo lineal aditivo.....	33
3.4.4.	Tratamientos de estudio.....	33
3.4.5.	Análisis estadístico.....	34
3.4.6.	Croquis del experimento .....	34
3.4.7.	Variables de respuesta.....	34
3.4.7.1.	Variables fenológicas .....	34
3.4.7.1.1.	Días a la emergencia .....	34
3.4.7.1.2.	Días a la floración .....	34
3.4.7.1.3.	Días a la madurez fisiológica .....	34
3.4.7.2.	Variables agronómicas.....	35
3.4.7.2.1.	Altura de la planta (cm) .....	35
3.4.7.2.2.	Longitud de la panoja (cm).....	35
3.4.7.2.3.	Diámetro de la panoja (cm).....	35
3.4.7.2.4.	Peso de 1000 granos (g).....	35
3.4.7.3.	Rendimiento (kg/ha) .....	35
3.4.7.4.	Evaluación participativa.....	35
3.4.7.4.1.	Evaluación en la etapa de floración.....	36
3.4.7.4.2.	Evaluación post-cosecha .....	36
3.4.7.5.	Análisis de datos .....	36

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
4.1.	Aspectos climáticos .....	37
4.1.1.	Precipitación mensual .....	37
4.1.2.	Temperatura .....	38
4.2.	Variables agronómicas.....	39
4.2.1.	Días a la emergencia .....	39
4.2.2.	Días a la floración .....	41
4.2.3.	Días a la madurez fisiológica.....	43
4.3.	Variables agronómicas.....	46
4.3.1.	Altura de la planta (cm) .....	46
4.3.2.	Longitud de la panoja (cm).....	48
4.3.3.	Diámetro de la panoja (cm) .....	49
4.3.4.	Peso de 1000 granos (g).....	51
4.4.	Rendimiento (kg/ha).....	53
4.5.	Evaluación participativa .....	56
4.5.1.	Primera evaluación participativa en la fase de floración .....	56
4.5.2.	Segunda evaluación participativa en post-cosecha .....	59
5.	CONCLUSIONES.....	62
6.	RECOMENDACIONES.....	64
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	65
8.	ANEXOS .....	77

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de cultivo de la quinua.....	6
Cuadro 2. Destrezas básicas para escuchar a los productores .....	24
Cuadro 3. Accesiones de quinua .....	30
Cuadro 4. Accesiones de quinua .....	33
Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable días a la emergencia en diez accesiones quinua .....	39
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable días a la floración en diez accesiones de quinua.....	41
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable días a la madurez fisiológica en diez accesiones de quinua .....	43
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable altura de la planta en diez accesiones de quinua.....	46
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable longitud de la panoja en diez accesiones de quinua .....	48
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable diámetro de la panoja en diez accesiones de quinua .....	49
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos en diez accesiones de quinua .....	51
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha en diez accesiones de quinua .....	53
Cuadro 13. Evaluación absoluta con agricultores en época de la floración en las accesiones de quinua .....	57
Cuadro 14. Características destacadas y orden de preferencias por las accesiones evaluadas en el estudio .....	59

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Ubicación geográfica de la parcela experimental (Fuente: IGM, 2005).....	28
Figura 2.	Precipitación pluvial durante la gestión agrícola 2013 - 2014 (mm) (Fuente: SENAMHI, 2014) .....	37
Figura 3.	Comportamiento de la temperatura máxima, mínima y media durante el ciclo productivo en gestión agrícola 2013 – 2014 (°C) (Fuente: SENAMHI, 2014) .....	38
Figura 4.	Comparación de medias para la variable días a la emergencia de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	40
Figura 5.	Comparación de los medias para la variable días a la floración de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	42
Figura 6.	Comparación de medias para la variable días a la madurez fisiológica de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	44
Figura 7.	Comparación de medias para la variable altura de la planta de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	46
Figura 8.	Comparación de medias para la variable longitud de la panoja de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	48
Figura 9.	Comparación de medias para el variable diámetro de la panoja de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	50
Figura 10.	Comparación de medias para el variable peso de 1000 granos de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	52
Figura 11.	Comparación de medias para la variable rendimiento en kg/ha de diez accesiones de quinua. Duncan al 5% .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis del experimento .....	78
Anexo 2.	Lista de los agricultores participantes en la evaluación participativa .....	79
Anexo 3.	Formato de evaluación absoluta .....	80
Anexo 4.	Formato de evaluación de orden de preferencias.....	81
Anexo 5.	Ilustraciones de las actividades de campo realizado en Centro Experimental de Kallutaca, respecto de las 10 accesiones de la quinua en estudio .....	82
Anexo 6.	Fase fenológica del cultivo de la quinua.....	86
Anexo 7.	Valor nutricional de la quinua en comparación con otros cultivos.....	87

## RESUMEN

El cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un alimento muy importante de la región andina. La producción de este grano milenario en la región del Altiplano Norte del departamento de La Paz, tiene un bajo rendimiento y se producen en pequeñas parcelas. La misma es afectada por diversos factores como: suelo, clima, variedades y entre otras. Estos factores influyen en la producción de quinua con mejor calidad que demanda el mercado nacional e internacional. El objetivo de la presente investigación es evaluar las características agronómicas de diez accesiones avanzadas de quinua. El estudio se realizó en Estación Experimental de Kallutaca, ubicada en la provincia Los Andes, del departamento de La Paz y se sitúa a una distancia de 20 km de la Ciudad de La Paz, en Bolivia. El diseño experimental que se empleó fue el diseño de bloques completamente al azar distribuido de forma aleatorio con 10 tratamientos y 4 bloques. Para la muestra se tomó al azar 10 plantas de cada unidad experimental, para evaluar las variables: fenológicas y agronómicas. Para la evaluación participativa se contó con 11 agricultores. Los resultados obtenidos fueron: días a la emergencia, donde las accesiones 0501, 0306, Kellu, 1270, 1354, 0334 y 0610 emergieron a los 11.50, 11.75, 11.75, 12.00, 12.00, 12.00 y 12.00 días en promedio respectivamente; en días a la floración, las accesiones 1270, 1354, 0383, 0501, 0513 y Kellu alcanzaron a los 120.00, 120.50, 120.75, 120.75, 121.25 y 121.50 días en promedio; para días a la madurez fisiológica, la accesión Kellu alcanzó a los 169 días en promedio como semiprecoz; para la variable altura de la planta, las accesiones 0306, 0334 y 0610 alcanzaron en promedio de 77.40, 74.75 y 71.97 cm; en longitud de la panoja, las accesiones 1354 y 0513 obtuvieron mayor longitud en cm de 44.45 y 40.62 que otras; en diámetro de panoja, las accesiones 0610, 0306 y 0513 obtuvieron un diámetro de 6.70, 6.32 y 6.04 cm en promedio; en peso de 1000 granos, las accesiones 1270 (3.00 g), Kellu (2.70 g), 1354 (2.70 g), 0383 (2.50 g) y 0334 (2.50 g) no presentaron significancia; en rendimiento la mayor cantidad en kg/ha obtuvieron las accesiones 0383, 0513 y 1354 con 759.63, 756.73 y 692.13 kg/ha. Para la evaluación absoluta en fase de la floración la accesión 0383 fue considerada como mejor por su altura y follaje, seguida por la accesión 0513; en evaluación por orden de preferencias en post-cosecha, la accesión 0513 ha sido considerada la mejor por su grano mediano y uniforme, por su color blanco oscuro y mayor rendimiento. Por todo esto se recomienda distribuir las accesiones 0513, 0383 y 1354 por sus características culinarias que presentan.

## ABSTRACT

The cultivation of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) it is a very important food of the Andean region. The production of this millennial grain in the region of the North Highland of the department of The Peace, has a low yield and they take place in small parcels. The same one is affected by diverse factors like: I am accustomed to, climate, varieties and among others. These factors influence in the quinoa production with better quality that demands the domestic market and international. The objective of the present investigation is to evaluate the advanced agronomic characteristics of ten agreements of quinoa. The study was carried out in Experimental Station of Kallutaca, located in the county The Andes, of the department of The Peace and it is located at a distance of 20 km of the City of The Peace, in Bolivia. The experimental design that was used was the design of blocks totally at random distributed in an aleatory way with 10 treatments and 4 blocks. For the sample he/she took 10 plants of each experimental unit at random, to evaluate the variables: fenológicas and agronomic. For the evaluation participativa he/she had 11 farmers. The obtained results were: days to the emergency, where the agreements 0501, 0306, Kellu, 1270, 1354, 0334 and 0610 emerged at the 11.50, 11.75, 11.75, 12.00, 12.00, 12.00 and 12.00 days on the average respectively; in days to the floración, the agreements 1270, 1354, 0383, 0501, 0513 and Kellu reached at the 120.00, 120.50, 120.75, 120.75, 121.25 and 121.50 days on the average; for days to the physiologic maturity, the agreement Kellu reached on the average to the 169 days as semiprecoz; for the variable height of the plant, the agreements 0306, 0334 and 0610 reached on the average of 77.40, 74.75 and 71.97 cm; in longitude of the cob, the agreements 1354 and 0513 obtained bigger longitude in cm of 44.45 and 40.62 that other; in cob diameter, the agreements 0610, 0306 and 0513 obtained a diameter of 6.70, on the average 6.32 and 6.04 cm; in weight of 1000 grains, the agreements 1270 (3.00 g), Kellu (2.70 g), 1354 (2.70 g), 0383 (2.50 g) and 0334 (2.50 g) they didn't present significancia; in yield the biggest quantity in kg/ha obtained the agreements 0383, 0513 and 1354 with 759.63, 756.73 and 692.13 kg/ha. For the absolute evaluation in phase of the floración the agreement 0383 were considered as better by their height and foliage, continued by the agreement 0513; in evaluation for order of preferences in post-crop, the agreement 0513 the best has been considered by their medium and uniform grain, for their color white dark and bigger yield. All told this is recommended to distribute the agreements 0513, 0383 and 1354 for their culinary characteristics that present.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo de origen andino que se cultiva cada vez en más países del mundo; la mayor producción de la quinua se concentra en los países de Bolivia, Perú y Ecuador.

El cultivo de la quinua, como es una planta oriunda de la zona andina, es fuente de proteínas para millones de personas de esta región; considerándose como un alimento muy fundamental de los países andinos. Además, es considerada como uno de los alimentos de mayor valor nutricional de origen vegetal.

Además, la quinua es reconocida mundialmente por sus excelentes cualidades alimenticias; asimismo, ha sido denominado como el alimento más completo y se compara a la calidad nutricional de la leche materna; por la cual, se constituye como un producto de excepcionales caracteres nutritivos, cuyo cultivo puede adaptarse muy fácilmente a las nuevas exigencias de los mercados.

Una característica muy importante de la quinua, es que ha concitado durante los últimos años a nivel mundial, un especial interés desde el punto de vista de nutrición y alimentación en mercado nacional e internacional. La importancia de la quinua no sólo radica por su valor nutritivo, sino que también, por el extraordinario resistencia a las condiciones ambientales adversas.

Asimismo, en nuestro Estado Plurinacional de Bolivia, en la actualidad se tiene una mayor inclusión e interés sobre la participación de los pueblos indígenas originarias de la región en todo los contextos; dentro de estos conceptos de pluralidad y participación, la investigación participativa conjuntamente con los productores de este grano milenaria juega un rol muy importante con la intervención de agricultores, a fin de conocer las características valoradas y aceptadas, revalorizando la tecnología local de la región.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Actualmente en la región del Altiplano Norte de La Paz, se tiene la disminución en el rendimiento y en la producción del cultivo de la quinua, la misma se debe a que la producción de la quinua en esta región se realiza en parcelas pequeñas; además, se ve en superficies sembradas en algunas hogares productoras en menor proporción.

También, esto corresponde que cada familia en esta región tiene parcelas pequeñas (minifundio) en comparación con otras partes de Altiplano (Sur y Central). Asimismo, la semilla empleada para la siembra son las variedades criollas, y por ende, sus rendimientos siempre son menores, y muy pocos emplean variedades mejoradas. Además, la quinua se siembra en esta región para el autoconsumo generalmente; de la misma manera, los venden a mercado local ó ha rescatistas; pero, la comercialización a mercado nacional e internacional es casi nada.

## **1.2. Justificación**

En este sentido, el propósito del presente trabajo de investigación, es el de identificar las mejores accesiones avanzadas de quinua, las mismas son procedentes del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAP), de mejor adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas de la zona de estudio. Además, contribuir con material bibliográfico, de carácter científico sobre el comportamiento agronómico, fenológico y rendimiento en granos de 10 accesiones de la quinua, evaluadas a través de variables agronómicas, fenológicas y rendimiento. También, se pretende valorizar a través de evaluación participativa con agricultores y productores de grano de la quinua, en fase de la floración y en la post-cosecha del cultivo, para conocer sobre el comportamiento de la adaptabilidad de las mejores accesiones de la quinua, a las condiciones medioambientales del Altiplano Norte de La Paz; considerando que el medio ambiente interviene en la fisiología de los seres vivos, determinando su crecimiento y desarrollo.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar las características agronómicas de diez accesiones avanzadas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Centro Experimental de Kallutaca.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento fenológico y agronómico de diez accesiones de quinua.
- Identificar las mejores accesiones avanzadas de la quinua con mayor rendimiento en grano para la zona de estudio en kg/ha.
- Identificar con la evaluación participativa las mejores accesiones avanzadas de la quinua con mayor aceptación por parte de los agricultores según criterios locales.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Características generales del cultivo de la quinua**

#### **2.1.1. Centro de origen de la quinua**

Gandarillas (1979), indica que desde que Vavilov estableció que el centro de origen de una planta cultivada es aquella región con la mayor diversidad de tipos, tanto de plantas cultivadas como de sus progenitores silvestres. Al cual, todos los autores que han escrito sobre el origen de la quinua, están de acuerdo en considerar que es originaria de Los Andes.

Según, FAO (2011) y Gómez y Eguiluz (2011), dicen que la región de los Andes, cuna de grandes civilizaciones como la Incaica y Tiahuanacota, es considerada como el centro de origen de numerosas especies nativas; entre ellos, como el cultivo de la quinua.

Al respecto, Silveti *et al.* (2012), indican que el cultivo de la quinua es originaria de la zona andina de Bolivia y Perú; además, durante la época del incario fue utilizada como uno de los alimentos principales para la nutrición de los pueblos precolombinos.

Asimismo, Aitken (1986), enfatiza que el cultivo de la quinua es originario de los altiplanos andinos; principalmente de gran altiplano boliviano.

#### **2.1.2. Importancia del cultivo de la quinua**

PROINPA (2004) y FAO (2012), señalan que según estudios este cultivo viene cobrando cada vez mayor importancia por su diversidad y utilidad, por ser un alimento excepcional por su alto valor nutricional que satisface las necesidades; también, es rica en vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales y libre de gluten; además, generando ingresos económicos adicionales por la venta de este grano.

Por su parte, MA (2013) e IBCE (2012), destacan que la FAO ha declarado el año 2013, como el “Año Internacional de la Quinua”, para centrar la atención mundial sobre el papel que juega la biodiversidad y el valor nutricional que posee este grano andino.

En ese mismo sentido, Estrada (2012), enfatiza que Bolivia introdujo los conceptos de seguridad y soberanía alimentaria como derechos constitucionales, e identificó a la quinua como un producto estratégico en el Plan Nacional de Desarrollo.

A su vez, Peña (2007) y Gabriel *et al.* (2013), destacan que la Organización Mundial de la Salud, considera que la quinua es el único alimento por su altísimo valor nutricional. Además, es consumida por más de 51 países, donde el 90% está producido en la región andina; de la misma manera, Delgado *et al.* (2009) y Cauthin (s.f.), afirman que la quinua es un alimento potencial para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional de la humanidad.

### **2.1.3. Producción internacional de la quinua**

FAO (2011), menciona que los principales productores de la quinua son: Bolivia, Perú, Ecuador y Estados Unidos; además, este cultivo se está difundiendo a otros continentes del mundo, y hoy por hoy se está cultivando en varios países de Europa y Asia, con altos niveles de rendimiento.

Al respecto, FAO y ALADI (2014), se refieren que en los últimos años, se confirma un aumento progresivo en la producción de la quinua; especialmente en los países que han sido tradicionalmente los principales productores, como: Bolivia, Perú y Ecuador. Además, se estima que más del 80% de la producción mundial se concentra en estos tres países.

Muños (2013), menciona que en el año 2012 se exportaron 43 mil toneladas de la quinua al mundo; al cual, Bolivia y Perú aportaron el 84% de este volumen. Asimismo, el principal exportador fue Bolivia con 25.700 Tm y el 60% del comercio mundial de este grano, seguido por Perú con 10.500 Tm y el 24% del volumen exportado. Más lejos están Estados Unidos con 8%, Países Bajos y Francia con 3%, Alemania con 2% del volumen exportado. El saldo los completan otros 25 países que en total no alcanzan el 1%.

Contrariamente, Pagina Siete (2015), menciona en la fecha 2 de marzo del año 2015 en el periódico, que en la actualidad Perú es el primer país en exportar la quinua, que desplazó a Bolivia al segundo lugar, ya que hasta el año 2013 Bolivia ocupaba el primer lugar; pero, en el año 2014 Perú se consolidó como líder indiscutible en exportar.

Asimismo, en estudios realizados por Andean Naturals, citado por Pagina Siete (2015), describe en la fecha 2 de marzo del año 2015, que hace dos años en Bolivia se obtenían del cultivo de la quinua 61.182 Tm, y en año 2014 esto se subió a 80.000 Tm del grano; sin embargo, la oferta del Perú que era de sólo 48.100 Tm, la cual se elevó el año pasado a 89.000 Tm, dejando a Bolivia en la segunda posición.

Igualmente, CABOLQUI, citado por El Diario (2015), señala en la fecha 22 de octubre del año 2015, que por la abundancia oferta de la quinua peruana en el mercado mundial hizo que el precio del quintal de este grano baje hasta 400 Bs en la última semana y coloque al borde de la crisis a la producción boliviana. Asimismo, INE, citado por El Diario (2015), señaló que de enero a julio, la exportación de quinua cayó en 42.5% en valor y 19% en términos de volumen. Al respecto, Paola Mejía de CABOLQUI, citado por El Diario (2015), dijo somos menos competitivos porque los productores (nacionales) están semi-mecanizados y el rendimiento por kg/ha es 8 veces menor al del Perú; además, este país vecino aumentó su producción en más de 60%.

#### **2.1.4. Producción nacional de la quinua**

Medrano y Torrico (2009), dan a conocer que ancestralmente la quinua se sembraba en cerros y laderas con un sistema manual. Asimismo, señala que en los años 1970 y 1980 se amplió la frontera agrícola por mayor demanda de quinua; en ese mismo sentido, se amplió a las planicies y se introdujo arado de discos convirtiéndose.

La FAO (2011), indica que en Bolivia se cultiva la quinua en el altiplano de La Paz, Oruro, Potosí y en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija; de la misma manera, Reyes *et al.* (2006) y PROINPA (2005), mencionan que la mayor producción en Bolivia se concentra en los departamentos ya mencionadas anteriormente; pero, principalmente en la región de Uyuni y en cercanías al lago Titicaca.

De la misma manera, CEDLA (2013), exalta que por el aumento de precios en los últimos años, esto ha implicado que la superficie cultivada tenga un crecimiento rápido, pasando de 46.316 ha en año 2006 a 96.544 ha en año 2012, por la cual, que la producción de este grano en este mismo periodo se incrementó de 27.735 a 50.566 Tm. Al respecto, MDRyT citado por CEDLA (2013), menciona que Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras estima que el cultivo crecerá a 104.365 ha para el año 2013, por el aumento de precios y la demanda.

Al respecto, INIAF (2013), da a conocer que Oruro es el principal productor de la quinua en Bolivia, con 41.54% de toda la producción nacional, Potosí es el segundo productor de la quinua con 39.18%, y en el tercer lugar está La Paz con 19%. Por otro lado, MDRyT y CONACOPROQ (2009), mencionan que Bolivia logra a nivel mundial una producción de 46%; asimismo, la mayor parte de esto es orgánica.

### 2.1.5. Producción de la quinua en el departamento de La Paz

Aroni *et al.* (2009), mencionan que en el departamento de La Paz se cultiva la quinua en las comunidades campesinas asentadas alrededor del Lago Titicaca; al respecto, MDPEP (2010) y PNUD (2009), indican que en el departamento de La Paz, la producción de la quinua se concentra principalmente en las provincias de: Manco Kapac, Aroma, Gualberto Villarroel, Los Andes, Ingavi, Murillo y Pacajes.

Para, Brenes *et al.* (2001), que en el Altiplano Norte y en Central los pequeños productores destinan un buen porcentaje de su producción al autoconsumo, los excedentes son vendidos a rescatistas locales; pero, estos rescatistas tienen transporte propio y fijan el precio; asimismo, actúan en zonas alejadas donde los agricultores no tienen facilidades de transporte para sus productos y se ven obligados a vender.

### 2.1.6. Clasificación taxonómica

Soraide (2011), señala que los botánicos que han estudiado la taxonomía de la quinua, están de acuerdo en considerar que se trata de una sola especie, no obstante de la amplia variación observada, ya sea en el color de la planta, color de grano, color de tallos, tipo de panoja o inflorescencia, hábito de crecimiento y entre otros.

De la misma manera, la clasificación taxonómica de quinua según MDRyT y CONACOPROQ (2009), es la siguiente:

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de cultivo de la quinua**

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Arquiclamídeas
Súper orden:	Centrospermales
Orden:	Cortycophiales
Familia:	Chenopodeaceae
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.

Fuente: MDRyT y CONACOPROQ, 2009

### **2.1.7. Nombres comunes de la quinua**

Mujica y Jacobsen (2006), señalan que en diferentes regiones productoras de quinua recibe diferentes denominaciones como: *kinua*, *quinua*, *parca*, *quiuna* (en idioma quechua), *supha*, *jopa*, *jupha*, *jiura*, *aara* y *ccallapi* (en aymara), *suba* y *pasca* (en chibcha) y *quingua* (en mapuche).

### **2.1.8. Descripción botánica**

Tapia (1990), menciona que es una planta anual, que puede medir de desigual tamaño de altura, esto según los ecotipos, las razas y el medio ecológico donde se cultiven.

Por su parte, Pacheco (2004), señala que es una planta herbácea y anual que se adecua a diversas condiciones ambientales; además, es muy tolerante a factores abióticos.

#### **2.1.8.1. Raíz**

León (2003) y Gómez y Eguiluz (2011), indican que el tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas, empezando con raíz pivotante y terminando en raíz ramificado, con una longitud de 25 a 30 cm según el ecotipo o variedad, profundidad del suelo y altura de la planta; además, la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias.

#### **2.1.8.2. Tallo**

Según, Tapia y Fries (2007) y Gómez y Eguiluz (2011), resaltan que el tallo de la quinua es cilíndrico y a la madurez se vuelve anguloso, la parte interna o médula es blanda en las plantas jóvenes y a la madurez es esponjosa y hueca, generalmente de color crema.

#### **2.1.8.3. Hojas**

Tapia y Fries (2007), describen que las hojas son de carácter polimorfo en una sola planta, las de la base son romboides, mientras que las hojas superiores ubicadas alrededor de la inflorescencia son lanceoladas; además, la lámina de las hojas tiernas está cubierta por una pubescencia granulosa vesiculosa en el envés y algunas veces en el haz; asimismo, algunas variedades tienen hojas sin pubescencia.

#### **2.1.8.4. Inflorescencia**

Tapia y Fries (2007), mencionan que la inflorescencia de la quinua es racimosa, y por la disposición de las flores se la denomina panoja; al mismo tiempo, son claramente diferenciales. Al respecto, Gómez y Eguiluz (2011), manifiestan que la panoja de la quinua tiene una longitud que varían de 15 a 70 cm; además, los colores de la panoja son muy diversos de claros a oscuros, según variedades, accesiones, ecotipos y entre otras.

#### **2.1.8.5. Flores**

Gómez y Eguiluz (2011), indican que es una planta ginomonoica; es decir, tiene flores hermafroditas y pistiladas (femeninas) en la misma inflorescencia. También, las flores están agrupadas en glomérulos, en ápice del glomérulo se localizan las flores hermafroditas y alrededor las flores pistiladas, el porcentaje de flores hermafroditas y femeninas en la misma inflorescencia es variable; además, las flores son incompletas ya que carecen de pétalos.

#### **2.1.8.6. Frutos**

Tapia y Fries (2007), mencionan que el fruto es un aquenio, mal llamado grano o pseudo cereal, con un perigonio que se desprende fácilmente y dos capas internas: episperma exterior y perisperma interior, que difícilmente se separan del grano o fruto. En las mismas circunstancias, Thomet y Sepúlveda (2005), dicen que el fruto de la quinua es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro.

#### **2.1.8.7. Semilla**

Thomet y Sepúlveda (2005), indican que la semilla es de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm. Además, al grano lo cubre un componente amargoso llamado saponina, cuyo contenido cambia según la variedad, encontrándose de amargos a dulces.

Para, León (2003), la semilla tiene forma lenticelada que se encuentra envuelta por el perisperma. El pericarpio, está formado por tres capas pegado a la semilla, la cual contiene saponina en un rango de 0.2% - 5.1%. Asimismo, cabe destacar que el embrión presenta la mayor proporción de la semilla (30% de peso), mientras que en los cereales corresponde solamente al 1%, de allí resulta el alto valor nutritivo de la quinua.

## **2.1.9. Ecología y adaptación**

### **2.1.9.1. Temperatura**

León (2003), indica que la temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 a 15°C; asimismo, FAO (2011) y Mujica y Jacobsen (2006), señalan que el cultivo tiene una gama adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos, soportando temperaturas desde -4°C hasta 38°C y una temperatura media de 5 a 14°C.

Al respecto, UNSCH (2012) y Tapia (1990), resaltan que la quinua soporta una amplia diversidad de climas; además, no se ve afectada por climas fríos en cualquier etapa de desarrollo, excepto en la fase de floración; asimismo, las flores son sensibles al frío.

### **2.1.9.2. Sequia**

León (2003) y Dion (1954), mencionan que la quinua es muy resistente a las sequías prolongadas hasta 60 días, excepto en los estados de: germinación, 4 hojas verdaderas, floración y en madurez de estado lechoso; pero, durante estas fases necesita de 5 mm/día de agua; es decir, que las plantas jóvenes son susceptibles a la sequía.

### **2.1.9.3. Heladas**

SEPHU (2010) y León (2003), enfatizan que las heladas se dan por temperaturas inferiores a -4°C; pero, pueden causar ruptura del plasma mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares, se dan especialmente en cultivos a gran altura, con cielos despejados, ausencia de viento y en las horas de la madrugada. Además, la quinua resiste sin problemas hasta -5°C constantes, por periodos de hasta 15 a 20 días, excepto en las fases críticas, esto en los primeros 60 días después de la siembra y en la fase de floración y cuajado; además, existen variedades que resisten temperaturas de hasta -8°C.

### **2.1.9.4. Radiación solar**

SEPHU (2010) y León (2003), destacan que la quinua soporta radiaciones extremas en 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.

Estudios realizados por, Frere *et al.* (1975) y Vacher *et al.* (1998), citado por SESAN (2013), determinaron que la radiación es importante, establecieron las condiciones radiactivas en el Altiplano Central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a 489 cal/cm<sup>2</sup>/día y en La Paz es de 433 cal/cm<sup>2</sup>/día; sin embargo, el promedio de radiación neta (RN) recibida por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Oruro a 154 y en La Paz a 164, debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo.

#### **2.1.9.5. Fotoperiodo**

Suquilanda (2010), indica que los sectores de alta iluminación solar son más favorables para este cultivo, ya que ello contribuye a una mayor actividad fotosintética; del mismo modo, FAO (2013), se refiere que existen variedades o ecotipos de días cortos, de días largos e indiferentes al fotoperiodo.

Al respecto, SEPHU (2010) y León (2003), mencionan que el fotoperiodismo de la quinua es variable, esto depende de las regiones donde se cultiva; pero, el cultivo de la quinua prospera adecuadamente con las 12 horas luz por día.

#### **2.1.9.6. Precipitación**

PROINPA (2005), indica que en Altiplano Norte de Bolivia, presenta una precipitación de 500 mm/año; pero, se tiene reducidas extensiones de tierra para cultivos. Asimismo, en el Altiplano Central existe una precipitación de 350 a 400 mm/año; la cual, se tiene más superficies para el cultivo. Pero, en el Altiplano Sur se presenta una precipitación de 200 a 300 mm/año; donde, en estas zonas sólo se cultiva la quinua y la erosión eólica y hídrica son fuertes.

Al respecto, Teran (2010), menciona que las precipitaciones anuales de 600 a 2600 mm/año, se encuentran entre las más apropiadas para el cultivo de la quinua. La mínima precipitación para obtener un buen rendimiento es de 400 mm. Además, se ha observado que la quinua es un cultivo capaz de soportar la sequía pero no en exceso, la cual hace notar su importancia en el altiplano.

Por su parte, FAO (2011), señala que el cultivo es muy eficiente en el uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm/año. Asimismo, UNSCH (2012), indica que se desarrolla bien con una distribución de lluvias durante su crecimiento y desarrollo.

#### **2.1.9.7. Humedad relativa**

FAO (2011 y 2013), destacan que el cultivo de la quinua es eficiente en el uso de agua, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos fisiológicos que le permiten tolerar y resistir la falta de humedad. Asimismo, este cultivo puede desarrollarse con humedades relativas desde 40% hasta 88%.

Según, SEPHU (2010) y León (2003), señalan que un exceso de humedad en el ambiente es dañino para el cultivo de quinua, especialmente en la fase de floración, madurez de estado pastoso y completo, cosecha y durante todo el ciclo del cultivo. Un exceso de humedad combinado con temperaturas elevadas favorece el ataque de hongos.

#### **2.1.9.8. Altitud**

UNSCH (2012) y Hogares Juveniles Campesinos (2002), indican que el cultivo se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm de altitud. Por lo tanto, su mayor predominancia de este cultivo está entre los 2500 y 4000 msnm de altitud.

#### **2.1.9.9. Granizo**

León (2003), menciona que los granizos causan daños en el follaje, reduciendo la fotosíntesis y el rendimiento. Además, en la fase de madurez del grano es desventajoso, porque causa un desgrane completo. Al respecto, Baudoin (2009), menciona que la quinua presenta también una cierta resistencia al granizo gracias a sus hojas enroscadas a sus tallos y espigas sólidas.

#### **2.1.9.10. Suelos**

UNSCH (2012), indica que el desarrollo de este cultivo se da en una amplia variedad de suelos, desde los franco-arenosos con un buen drenaje, ricos en nutrientes principalmente en nitrógeno; además, se ha observado producciones aceptables en suelos arenosos con déficit de humedad.

A su vez, Aitken (1986) y MDPEP (2010), mencionan que este cultivo no es una planta exigente respecto a la calidad y consistencia del suelo, prospera eficazmente en lugares áridos y semiáridos con poca materia orgánica; sin embargo, da bien en toda clase de suelos y cuanto más rico sea mejor.

#### **2.1.9.11. Viento**

León (2003), indica que cuando las lluvias vienen acompañadas de fuertes vientos, produce el acame de la quinua, lo que incide posteriormente a bajo rendimiento por la interrupción que sufre en el desarrollo normal de la planta.

Al respecto, Teran (2010), menciona que los vientos secos y calientes pueden adelantar la maduración del grano si se presentan después de su formación, lo cual trae como consecuencia el adelgazamiento del mismo, y la pérdida de su calidad.

#### **2.1.9.12. pH**

León (2003) y UNSCH (2012), dan a conocer que la quinua tiene un amplio rango donde puede desarrollarse con un buen desarrollo y producción; pero, los suelos mejores pueden estar entre pH 6.0 a 8.5, con una conductividad eléctrica (C.E.) de 12 mhos/cm. Al respecto, Estrada (2012), señala que el cultivo prospera bien en suelos salinos en Bolivia con buenos resultados.

SESAN (2013), mediante las investigaciones ha demostrado que la quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 ms/cm; pero, cuando se halla en estas condiciones extremas de concentración salina, el periodo de germinación se puede atrasar hasta 25 días.

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

Camacho (2009) y MA (2012), dan a conocer que el ciclo de esta planta va de 90 a 220 días, dependiendo de las variedades. Por otra parte, Rojas y Pinto (2014), mencionan que en el país es posible encontrar accesiones que alcanzan la madurez fisiológica a los 110 días, hasta accesiones que maduran a los 209 días.

A este propósito, SEPHU (2010), que la duración de las fases fenológicas depende mucho de las condiciones edáficas y factores medio ambientales de la zona de cultivo, que se presenta en cada campaña agrícola. Si se presentan precipitaciones largas y continuas sin veranillos las fases fenológicas se alargan; por lo tanto, el periodo vegetativo es mayor y la producción disminuye.

Al respecto, Yzarra y López (2012), señalan que las principales fases fenológicas de la quinua son: emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas, seis hojas verdaderas, ramificación, panoja, floración, grano lechoso, grano pastoso, maduración y madurez comercial (ver Anexo 6).

#### **2.1.11. Valor nutricional de la quinua**

Jaya (2010) y MA (2013), mencionan que según la FAO, así como la OMS, han calificado a la quinua como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal; además, por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento.

Al respecto, Romo *et al.* (2006), señalan que la quinua es libre de gluten, porque su proteína está conformada principalmente por albúminas y globulinas solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo que dificulta su uso en la panificación; pero, puede ser útil para aquellas personas alérgicos al gluten.

Por su parte, Jaldín (2010), en estudios científicos realizados indica que el grano de la quinua contiene entre 11 a 20% de proteína de alta calidad; además, posee un mayor índice de proteínas, calcio, fósforo, hierro y magnesio en comparación a los demás cereales (ver Anexo 7).

Asimismo, Gabriel *et al.* (2013) y Álvarez y Tusa (2009), señalan que los aminoácidos que posee la quinua entre los que más sobresalen son la lisina, metionina, triptofano, fenilalanina, tirosina y valina, la cual hace que la proteína sea de excelente calidad; también, sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche. Asimismo, FAO (2011) y Jacobsen *et al.* (2003), dicen que la quinua posee los aminoácidos esenciales que se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo.

Mujica y Jacobsen (2006), afirman que la grasa contenida es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico esencial para la dieta. Asimismo, la hoja de la quinua se compara a la espinaca, los nutrientes concentrados en las hojas tienen un bajo índice de nitrato y oxalato, los cuales son estimados elementos nocivos en la nutrición.

## **2.1.12. Labores culturales**

### **2.1.12.1. Preparación de suelo**

Flores *et al.* (2010), indican que la preparación del terreno es una labor netamente productiva, que se realiza luego de haber elegido el terreno. Pero, lo más aconsejable para la siembra de quinua es donde se produjo la papa, lo señalado no es preciso porque también se puede sembrar en terrenos que produjeron cereales y leguminosas.

Chambilla (2009), menciona que el suelo se debe preparar con debida anticipación, porque esto ayuda la descomposición de materia verde y mantiene la fertilidad del suelo; además, disminuye las malezas, garantiza una buena germinación y mayor capacidad del suelo para absorber agua de lluvia y retenerla por el mayor tiempo posible. Asimismo, Estrada (2012), afirma que las principales causas de los bajos rendimientos de producción es la mala preparación del suelo.

### **2.1.12.2. Época de siembra**

FAO (2011), indica que la siembra en el cultivo de la quinua se efectúa en diferentes épocas, dependiendo del lugar, variedad y humedad del suelo, factores importantes que constituyen para la siembra. En Altiplano Sur la siembra se realiza desde fines de agosto hasta mediados de diciembre, mientras que en Altiplano Centro y Norte la época de siembra se realiza entre los meses de octubre y noviembre, dependiendo de las lluvias.

### **2.1.12.3. La siembra**

FAO (2011), define que la siembra es una de las actividades de mayor importancia, porque de esta labor se juega la emergencia de plantas que tendrá incidencia en la densidad de plantas por superficie cultivada, y sobre todo en el rendimiento a obtener.

Apaza *et al.* (2006), indican que la siembra debe efectuarse en las mejores circunstancias de temperatura de 15 a 20°C y una buena humedad del suelo. Asimismo, Aitken (1986), menciona que existen dos métodos de siembra que es al voleo o en líneas; pero, la mejor siembra es en líneas, la distancia entre hileras es de 40 cm y 30 cm entre plantas.

#### **2.1.12.4.Requerimientos nutricionales del cultivo**

Estudios realizados por, Mateu, citado por UNSCH (2012), determino un equilibrio fisiológico de 50-16-34 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) para el cultivo de la quinua. Además, el N es asimilado bajo forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ó de amoniaco (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) para el crecimiento, este sule de 1 a 4% de extracto seco de la planta; asimismo, está en todo los procesos vitales. El P sule de 0.1 a 0.4% de extracto seco de la planta, esta es absorbida como iones del suelo H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> y HPO<sub>4</sub><sup>=</sup>; pero, es importante para la fotosíntesis. El K sule de 1 a 4% de extracto seco de la planta y es absorbida como ion K<sup>+</sup>; también, mejora el régimen hídrico y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad, y sufren menos enfermedades.

#### **2.1.12.5.La semilla para la siembra.**

Estrada (2012) y MA (2012), indican que la calidad de semilla antes de la siembra se debe desinfectar, a fin por las pérdidas por ataque de insectos y hongos del suelo, es la consideración técnica principal que garantiza la mayor productividad del cultivo. La semilla debe tener un valor cultural o poder germinativo mayor a 80%.

#### **2.1.12.6.Densidad de la siembra**

Apaza *et al.* (2006), indican que la densidad de la siembra está referida a la cantidad de semilla necesaria por un área determinada; además, esto depende de la zona, de la variedad y del poder germinativo de la semilla utilizada. Al respecto, Chambilla (2009), propone que la cantidad para la siembra debe ser 12 kg/ha en sistema tradicional, y de 8 a 10 kg/ha en sistema semi-mecanizada.

#### **2.1.12.7.Profundidad de la siembra**

Aitken (1986) y León (2003), indican que la siembra se debe efectuar para su mejor germinación y emergencia a una profundidad de 2 a 3 cm, todo esto puede variar con la humedad de suelo.

#### **2.1.12.8. La resiembra**

Tambo (2010), indica que la emergencia se manifiesta en un rango de 5 a 25 días después de la siembra, posterior a este periodo si no existe signos de germinación y emergencia de las plántulas, será necesario volver a sembrar los espacios vacíos.

#### **2.1.12.9. El raleo de plántulas**

Flores *et al.* (2010), mencionan que el desahije o raleo es una labor de mantenimiento de mucha importancia; porque, permite eliminar las plantas más pequeñas y de malas condiciones que no permiten un buen desarrollo de las plantas de mejores condiciones.

De la misma manera, Suquilanda (2010) y Tambo (2010), afirman que el raleo es una actividad que consiste en la eliminación de plantas, para ajustar el número de plantas por área y por surco. Además, una excesiva de plántulas por unidad de superficie provocaría una competencia excesiva por nutrientes, agua, luz y tener una mala producción.

#### **2.1.12.10. Control de malezas**

Camacho (2009), menciona que las malezas ingresan al campo del cultivo en los primeros estados fenológicos. Estas malezas pueden eliminar al cultivo por asfixia; por la cual, se debe realizar lo más temprano el deshierbo (40 a 45 días después de la siembra), así será menor la competencia por sustancias nutritivas y agua. Siendo recomendable realizar la misma hasta antes del inicio de panojamiento.

Flores *et al.* (2010), indican que no existen herbicidas aplicables al cultivo, se recomienda deshierbar dos veces durante su ciclo vegetativo. El primero, cuando las plántulas tengan un tamaño de 15 a 20 cm, y el segundo antes de la floración.

#### **2.1.12.11. Aporque**

Teran (2010), explica que el aporque es muy importante, a la vez sirve como segunda deshierba, permite facilitar un buen sostén y aireación a las plantas, lo que va a contribuir a dar mayor vigor al cultivo. Esta labor se debe hacer a los 45 días después de la siembra, ya sea de forma manual, con yunta ó en forma mecanizada.

### **2.1.13. Plagas y enfermedades**

Flores *et al.* (2010), indican que la quinua es un cultivo muy importante en la evolución socioeconómica del poblador andino. Su rendimiento está fijado por características intrínsecas, hereditarias y modificadas por una gran variedad de agentes extrínsecos ambientales; por ello, los factores de resistencia ambiental biótica (fitopestes) y abiótica (sequía, heladas y otros) influyen adversamente en la producción y productividad de la quinua. Las fitopestes en quinua son las plagas (insectos, nematodos, pájaros y roedores) y enfermedades (hongos, bacterias y virus) que ocasionan pérdidas directas e indirectas.

#### **2.1.13.1. Plagas**

##### **2.1.13.1.1. Qhuna qhuna**

Chambilla (2009), indica que la *Qhuna qhuna* (*Eurysacca sp.*) ataca a los granos cuando estos se hallan en proceso de maduración. El control se hace monitoreando la población de larvas, con extractos de plantas (Ajo, Muña, Coa, Tarwi) como repelentes, rotación de cultivos, preparación temprana de suelos, deshierbes y raleos.

En ese mismo sentido, Flores *et al.* (2010), señala que la *Qhuna qhuna* esta categorizada como plaga clave, y hay que tomar mayor interés en este aspecto. Asimismo, los insectos adultos son mariposas de color gris parduzco o amarillo pajizo.

##### **2.1.13.1.2. Ticona**

Chambilla (2009) y Flores *et al.* (2010), indican que la Ticona (*Copitarcia turbata*) ataca al cultivo de quinua en determinadas ocasiones; además, esta categorizada como plaga ocasional.

##### **2.1.13.1.3. Aves plaga**

Estrada (2012), indica que las aves granívoras son llamadas como aves plaga, son consideradas como potenciales amenazas en la producción de alimentos a nivel mundial, especialmente los cereales y no se dispone de estrategias preventivas.

Asimismo, León (2003) y Tapia (1990), señalan que las aves atacan en las últimas fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en estado lechoso, pastoso o en plena madurez. Estas ocasionan la caída del grano de la panoja, con este ataque es más notorio en variedades dulces, y el nivel de daño puede llegar de 30 a 40% de producción. Se recomienda el control mediante la colocación de espantapájaros, águilas disecadas y plásticos de colores.

### **2.1.13.2. Enfermedades**

#### **2.1.13.2.1. Mildiu de la quinua**

Camacho (2009) y Estrada (2012), indican que el Mildiu (*Peronospora farinosa*) se presenta como pelusilla ploma en el envés y una mancha amarillenta en la cara superior, esto causa caída de flores y retrasa el desarrollo. Además, es un hongo que se disemina en el campo, y se conserva de una campaña agrícola a la siguiente.

A su vez, Flores *et al.* (2010), mencionan que la enfermedad de Mildiu ataca a hojas, ramas, tallos e inflorescencias o panojas: además, infecta durante cualquier estado fenológico del cultivo. Asimismo, los daños son mayores en plantas jóvenes.

De la misma manera, Chambilla (2009), señala que el Mildiu se presenta cuando existe exceso de humedad por abundancia de lluvia. Su control: eliminación de plantas enfermas y uso de variedades resistentes. También, León (2003), indica que es la enfermedad más significativa y común, en la cosecha ocasiona pérdidas que varía entre 20 a 25%.

#### **2.1.14. Cosecha y rendimiento de grano**

Tapia y Fries (2007), indican que la cosecha se efectúa una vez que las plantas alcanzan a la madurez fisiológica, reconocible porque las hojas inferiores cambian de color y empiezan a caerse, dando una coloración amarilla característica a toda la planta. El grano, al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración.

Al respecto, Tapia (1990), señala que los trabajos de la cosecha se dividen en cinco fases como son:

- Siega o corte
- Formación de arcos o parvas
- Golpeo o garroteo
- Venteado y limpieza
- Secado del grano

#### **a) Siega o corte**

Tapia y Fries (2007) y Camacho (2009), afirman que es popular arrancar las plantas, estas al salir con las raíces llevan tierra que al momento del trilla se mezcla con el grano y desmejora su calidad. Pero, es apto la siega con hoces en las primeras horas de la mañana cuando este cubierto con el rocío. No es idóneo, el corte en horas de la tarde ya que los granos se secan y se desprenden fácilmente, y como efecto se cae la semilla.

#### **b) Formación de arcos**

Tapia y Fries (2007), mencionan que la formación de arcos o parvas se hace para evitar que se dañe la cosecha por inclemencias climáticas, como lluvias o nevadas, que manchan el grano. En estas parvas se ordenan las panojas en el centro, luego se cubren con paja. Las plantas se conservan en los arcos hasta que los granos tengan la humedad favorable para el golpeo o trilla, este lapso es alrededor de 7 a 15 días.

#### **c) Golpeo o trilla**

Tapia y Fries (2007), indican que el golpeo se realiza en las eras, que pueden ser circulares o rectangulares, sobre suelo apisonando o ampliando mantas sobre las cuales se golpean las panojas que están dispuestas en forma favorable.

#### **d) Venteado y limpieza**

Camacho (2009) y Tapia y Fries (2007), mencionan que en caso de trillarse por golpeo es bueno ventear después, para eliminar los perigonios, hojas y tallos pequeños que quedan con el grano. Generalmente se efectúa en horas de la tarde para aprovechar el viento, de tal manera que los granos queden libres de paja y listos para su almacenamiento.

### **e) Secado del grano**

Tapia y Fries (2007), indican que es ventajoso secar los granos al sol hasta lograr la madurez comercial, ya que si contienen mucha humedad se causa fermentación y amarillamiento, desmejorando la calidad del grano. Además, DRA (2012) y Mujica *et al.* (2006), señalan que el grano de la quinua se debe efectuar un secado óptimo de 12 al 13% de humedad en grano.

#### **2.1.14.1. Almacenamiento**

Teran (2010), indica que el grano seco y limpio debe ser almacenado en recipientes cerrados o costales de tejido estrecho (yutes), en depósitos limpios, secos, sobre estivas, protegidas de ataque de roedores e insectos, con circulación de aire y con un contenido de 12 a 14% de humedad en grano y mal puesto se pudre.

#### **2.1.14.2. Rendimiento**

Aitken (1986), indica que en la producción, el volumen de rendimiento varían de acuerdo a la zona y variedades (pueden ser accesiones, ecotipos y entre otros) de la quinua, pero está entre los 12 a 16 qq/ha o sea entre 550 a 750 kg/ha.

A su vez, Tapia (1990), alude que el rendimiento está relacionado con el nivel de fertilidad del suelo, abono químico, época de siembra, el control de enfermedades y plagas, la presencia de heladas y granizadas y entre otras. Pero generalmente se obtiene de 600 a 800 kg/ha.

El mismo autor, enfatiza que en las estadísticas de Perú y Bolivia reflejan rendimientos muy variables, debido a que en muchas oportunidades se muestrean campos de quinua en áreas que ecológicamente no son las más adecuadas o en donde la presión demográfica ha obligado al campesino a “derramar quinua” con el objeto de tener alguna cosecha.

#### **2.1.15. Formas de uso de la quinua**

Torrez *et al.* (2002) y Fisel (1989), indican que la quinua por el contenido de lisina se debe considerar como una base en la suplementación en las harinas de trigo para la elaboración de derivados, a fin de lograr un alimento nutritivo.

Asimismo, León (2003) y Soto *et al.* (2004), señalan que la quinua es un alimento consumido casi diario por los pobladores andinos en forma de *quispiño*, *pesque*, quinua graneada, sopas, postres, tortas, galletas y otros.

Por su parte, Zamora (2013), da a conocer que la quinua es recomendada para mujeres embarazadas, bebés y niños en general, diabéticos, vegetarianos, celíacos, deportistas y artistas, autistas y personas con discapacidad cognitiva, personas con colon irritable o problemas de estreñimiento y personas con enfermedades terminales. Además, a todos las que quieran comer saludable.

Al respecto, FAO (2013), menciona que la planta entera se usa como forraje verde. Asimismo, se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar a vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves. Pero, tienen uso medicinal las hojas, tallos y granos, a los que se atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de muelas, desinfectantes de las vías urinarias. De la misma manera, para usos industriales.

## **2.2. Acciones**

### **2.2.1. Banco de germoplasma**

INIA (2014), menciona que el banco de germoplasma son sistemas de conservación *ex situ* de material vegetal vivo. Existen diversos sistemas de conservación: Bancos de semillas, *in vitro*, criopreservación, genes, en jardín botánico, invernadero o campo (jardines de variedades, arboretum).

Según, Veramendi *et al.* (2013), en Bolivia se tiene una colección de quinua que está conformada por más de 3000 accesiones.

### **2.2.2. Importancia del banco de germoplasma**

Hawkes (1995), citado por Castillo (2010), menciona que es importante mantener las reservas de variación genética, debido a los procesos de mutación, recombinación y selección tanto artificial como natural, bajo varias condiciones ecológicas y varios regímenes del cultivo. Los resultados han sido la creación de variación extraordinariamente compleja, por eso las plantas domesticadas son muy distintas a sus antepasados silvestres.

### **2.2.3. Banco nacional de germoplasma en Bolivia**

Gabriel *et al.* (2013) y Alanoca *et al.* (2013), dan a conocer que en Bolivia se dispone de una colección de germoplasma de quinua conformada por 3121 accesiones que se conservan en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA), que fueron recolectadas a partir de la década de 1960. Asimismo, el BNGA actualmente está bajo la custodia del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

### **2.2.4. Accesoión**

Según, Priscila (2002) y Vilela y Candeira (1994), definen que la accesoión es una muestra de germoplasma representativa de uno o varios individuos de la población. En carácter más general, cualquier registro individual de una colección de germoplasma (ejemplo una planta, semilla y entre otros).

De la misma manera, Puldón (2006) e IBTA (1997), señalan que es una muestra viva de una planta, distinta de germoplasma que se mantiene en un Banco de Germoplasma para su conservación y posterior uso.

INIA (2014), menciona que es una muestra viva, cepa o población mantenida en un banco genético para su conservación. Además, una especie puede estar representada por varias entradas que se diferencian por el tipo de población al que pertenecer (variedad primitiva, variedad tradicional, variedad mejorada, líneas avanzadas de mejoramiento, plantas silvestres) y/o por su origen (lugar de recolección o creación).

Asimismo, Seminario (1993) y Sevilla *et al.* (1995), citado por Monteros (1996), puntualiza como una muestra de una variedad, línea o población en cualquiera de sus formas reproductivas (semilla, cormo, tubérculo, vareta, estaca y entre otras) que entra a un banco de germoplasma para su conservación o utilización.

## **2.3. Evaluación participativa**

Ashby (1992), menciona que la evaluación al productor se la realiza con la finalidad de entrevistar y traer a la luz criterios del productor que de otra manera permanecerían desconocidos. Al respecto, Roa *et al.* (2002), indican que la evaluación es una actividad que se promueve la participación directa de los productores, orientada a la definición de los problemas tecnológicos agropecuarios en las unidades de producción.

Bellon (2002), indica de la misma forma, que la participación de los agricultores en la investigación agrícola implica más que hablar con unas cuantas personas o realizar diez experimentos en sus campos. Asimismo, se trata, más bien, de un diálogo sistemático entre agricultores y científicos, orientado a solucionar problemas relacionados con la agricultura; por ende, a aumentar el impacto de la investigación agrícola. Además, en la investigación participativa se destacan tres aspectos de la participación de los agricultores, que se reconocen en la investigación de sistemas de producción pero no se les da tanta importancia:

- La mayoría de los agricultores tienen conocimientos extensos y bien fundados de sus ambientes, sus cultivos y sus prácticas agronómicas.
- Muchos agricultores llevan a cabo experimentos y generan innovaciones por su cuenta.
- Los agricultores intercambian información y tecnologías de manera activa.

### **2.3.1. Selección de agricultores**

Según, Anduaga (2000), la selección de agricultores que toman parte en el transcurso de análisis y evaluación de tecnología que es trascendental. Substancialmente, se manejan números en términos de categorías que van de 10 a 20; sin embargo, lo que más interesa es su habilidad a colaborar con la evaluación y a participar activamente.

### **2.3.2. Lo que saben lo agricultores acerca de sus condiciones**

Bellon (2002), indica que los agricultores conocen bien sus cultivos, ambientes de producción y condiciones socioeconómicas. Asimismo, en muchos casos pueden expresar claramente las razones que los impulsan a emplear determinadas prácticas agronómicas o a tomar ciertas decisiones. Para nuestro propósito, son muy importantes las percepciones de los agricultores.

### **2.3.3. Enfoque de género en la investigación participativa**

Bellon (2002), menciona que toda metodología de investigación participativa debe tomar en cuenta el importante aspecto del género. Desde un punto de vista práctico, esto significa que el investigador debe incluir a participantes que desempeñen distintas funciones en la familia (mujeres, niños, cónyuges, padres y madres, y mujeres jefes de familia) y prestar especial atención a cómo interactúan.

### 2.3.4. Como escuchar en la evaluación con productores

Ashby (1992), indica que las destrezas básicas para escuchar a los productores facilitarán al investigador comunicarles de manera verbal y no verbal su reconocimiento. Tales expresiones podrían ser del siguiente tipo:

**Cuadro 2. Destrezas básicas para escuchar a los productores**

"Haga"	"No haga"
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mover la cabeza</li> <li>▪ Emplear sonidos que expresen interés (ajá, ya)</li> <li>▪ Introducir un "entiendo" o "muy interesante"</li> <li>▪ Inclinarsse hacia adelante</li> <li>▪ Mirar a los ojos</li> <li>▪ Sonreír</li> <li>▪ Escuchar efectivamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impacientarse o interrumpir al productor</li> <li>▪ Contradecirlo</li> <li>▪ Mostrar desacuerdo con lo que él dice, aunque usted lo sienta así</li> <li>▪ Expresar juicios sobre la corrección o incorrección de lo que dice el productor</li> <li>▪ Aconsejar al productor durante la evaluación</li> <li>▪ Dar la impresión, en forma verbal o no verbal, de que está aburrido</li> </ul>

Fuente: Ashby, 1992

### 2.3.5. Evaluación con productores en diferentes fases del ciclo productivo

Ashby (1991), indica que cuando es frecuente constituir en qué etapa de ciclo productivo realizar evaluaciones con productores, el investigador debe considerar hasta qué punto los productores podrán recordar las diferencias entre las alternativas evaluadas. Una regla clave es: mientras mayor sea el número de alternativas que el productor debe de evaluar en cada entrevista de evaluación, menos podrá recordar sus diferencias

#### 2.3.5.1. Evaluación del cultivo en el campo de producción

Ashby (1991), indica que los investigadores cuando quieren saber sobre las reacciones de los productores sobre la arquitectura de la planta, vigor, resistencia a plagas y enfermedades, relación entre cultivos asociados, precocidad relativa o retardo en el desarrollo de la planta y requerimientos específicos de manejo, pueden realizar evaluaciones con productores mientras el cultivo permanece en campo, las evaluaciones de cultivo en pie, en etapas específicas de su desarrollo, son particularmente útiles a la investigación exploratoria, cuando se conoce poco acerca de los criterios del productor, porque permiten comprender la manera como el percibe el cultivo, por ejemplo: lo que ve y considera importante. La información así obtenida puede ser indispensable para diseñar posteriormente la entrevista de evaluación sobre los resultados finales de un estudio.

### **2.3.5.2. Evaluación post-cosecha**

Ashby (1991), señala que para establecer en qué momento hacer evaluaciones de resultados finales de un ensayo, el investigador debe tener en cuenta la necesidad de conocer la opinión de los productores sobre características diferentes al rendimiento tales como las cualidades para la comercialización y para el procesamiento post-cosecha del producto.

### **2.3.6. Los métodos de evaluación participativa**

PROINPA (2002), indica que existen diferentes técnicas para evaluar tecnologías con la participación de agricultores, pero es importante escoger la más apropiada para cada situación. Asimismo, se recomienda combinar diferentes métodos para enriquecer y comprobar la información obtenida.

#### **2.3.6.1. Evaluación absoluta**

PROINPA (2002), señala que la evaluación absoluta evalúa la tecnología frente a una escala fija (o absoluta) y no relativa a otras alternativas. El agricultor evalúa las alternativas una por una, indicando si le gusta o no y dando las razones para su decisión. Otra forma de hacerlo es clasificar las respuestas de los agricultores usando una escala, donde (1) es malo, (3) es regular y (5) es bueno.

##### **2.3.6.1.1. Ventajas y desventajas de evaluación absoluta**

Para PROINPA (2002), las ventajas y desventajas de evaluación absoluta son:

- Ventajas:
  - La información sobre si al agricultor le ha gustado o no cada alternativa es clara.
  - Es fácil comparar entre sitios (o años) en los que no se evaluaron las mismas alternativas.
  - Es fácil devolver los resultados al agricultor.
  - Los agricultores pueden aplicarla solos.
- Desventajas:
  - En una evaluación, pero pueden haber varias alternativas calificadas como "buenas", "regulares" o "malas".
  - No se puede diferenciar al interior de cada grupo.

### **2.3.6.2. Orden de preferencias**

PROINPA (2002), indica que el orden de preferencias es un método de evaluación relativa, porque se evalúa cada alternativa frente a las otras y no frente a una escala absoluta. El agricultor ordena alternativas desde la más preferida hasta la menos preferida. Por ejemplo, en el caso de variedades de papa, se mueven los tubérculos hasta que estén en el orden que el agricultor quiere. En el caso de un ensayo se podrían mover tarjetas representando los diferentes tratamientos; después se anotan las razones que el agricultor da por el orden asignado a cada alternativa.

#### **2.3.6.2.1. Ventajas y desventajas de orden de preferencias**

Para, PROINPA (2002), las ventajas y desventajas de orden de preferencias son:

- Ventajas:
  - Permite apreciar criterios no explícitos de los agricultores al preferir una tecnología frente a otra.
  - Es fácil, rápido y entendible para el agricultor.
  - Es fácil devolver los resultados al agricultor.
  - Se puede comparar entre años o sitios en los que se evaluaron las mismas alternativas y es fácil aplicar análisis estadístico.
- Desventajas:
  - Si en un lugar los agricultores ordenan un grupo de alternativas y en otro ordenan el mismo grupo, pero con algunas alternativas diferentes, estas dos evaluaciones no se pueden comparar.
  - Indica cuál es el mejor, pero no indica si es bueno: podría ser el mejor de muchos malos (para evitar esto se puede usar testigos conocidos).
  - No mide el grado de diferencia entre una alternativa y otra.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de Kallutaca, ubicado a 20 km hacia el oeste de la ciudad de La Paz, dependiente de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto. Situada en el departamento de La Paz, provincia Los Andes, en la comunidad de Kallutaca. Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 16°31'17" de latitud Sur y 68°18'29" de longitud Oeste, a una altitud 3860 msnm (SENAMHI, 2008).

#### **3.2. Características edafoclimáticas**

##### **3.2.1. Clima**

La zona presenta una temperatura mínima de -3.38°C, una máxima de 22.5°C con un promedio de 14°C, en promedio las temperaturas mínimas se registran en el mes de julio. La precipitación pluvial promedio máximo anual es de 911 mm y un promedio mínimo de 404 mm y una humedad relativa de 35% (PDM - Laja, 2010 y SENAMHI, 2008).

##### **3.2.2. Suelo**

La mayoría de los suelos está constituida por arena, arcilla y limo. Además, con presencia de acumulación de restos vegetales. Con suelos superficiales de formación aluvial con problemas de drenaje y poco contenido de materia orgánica. Asimismo, son susceptibles a la erosión hídrica y eólica, principalmente en las serranías. Las prácticas conservacionistas que se realizan en la zona, son las de tipo cultural, es decir, rotaciones y descanso (PDM - Laja, 2010 y Salguero, 2009).

##### **3.2.3. Vegetación**

Las principales especies agrícolas de la región son: papa (*Solanum tuberosum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), haba (*Vicia faba*), oca (*Oxalis tuberosum*), papalisa (*Ullucus tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*).

La vegetación está constituido en la zona por: paja brava o “iro icho” (*Festuca orthophylla*), t’ula (*Bacharis incarum*), ñawayaya (*Adesmia miraflorensis*), chilliwa (*Festuca dolichophylla*), pasto estrella (*Paspalum pygmaeum*), cebadilla (*Bromus inermis*), *Carex* (*Carex pinetorum*), diente de león (*Taraxacum officinale*), sillo sillo (*Lachemilla pinnata*), layu (*Trifolium amabile*), sicuya (*Stipa ichu*), cola de zorro (*Chondrosium simplex*), cola de raton (*Hortium muticum*), kaylla (*Tetraglochin cristatum*), chiji (*Distichlis humilis*) y reloj o “aguja aguja” (*Erodium cicutarium*).

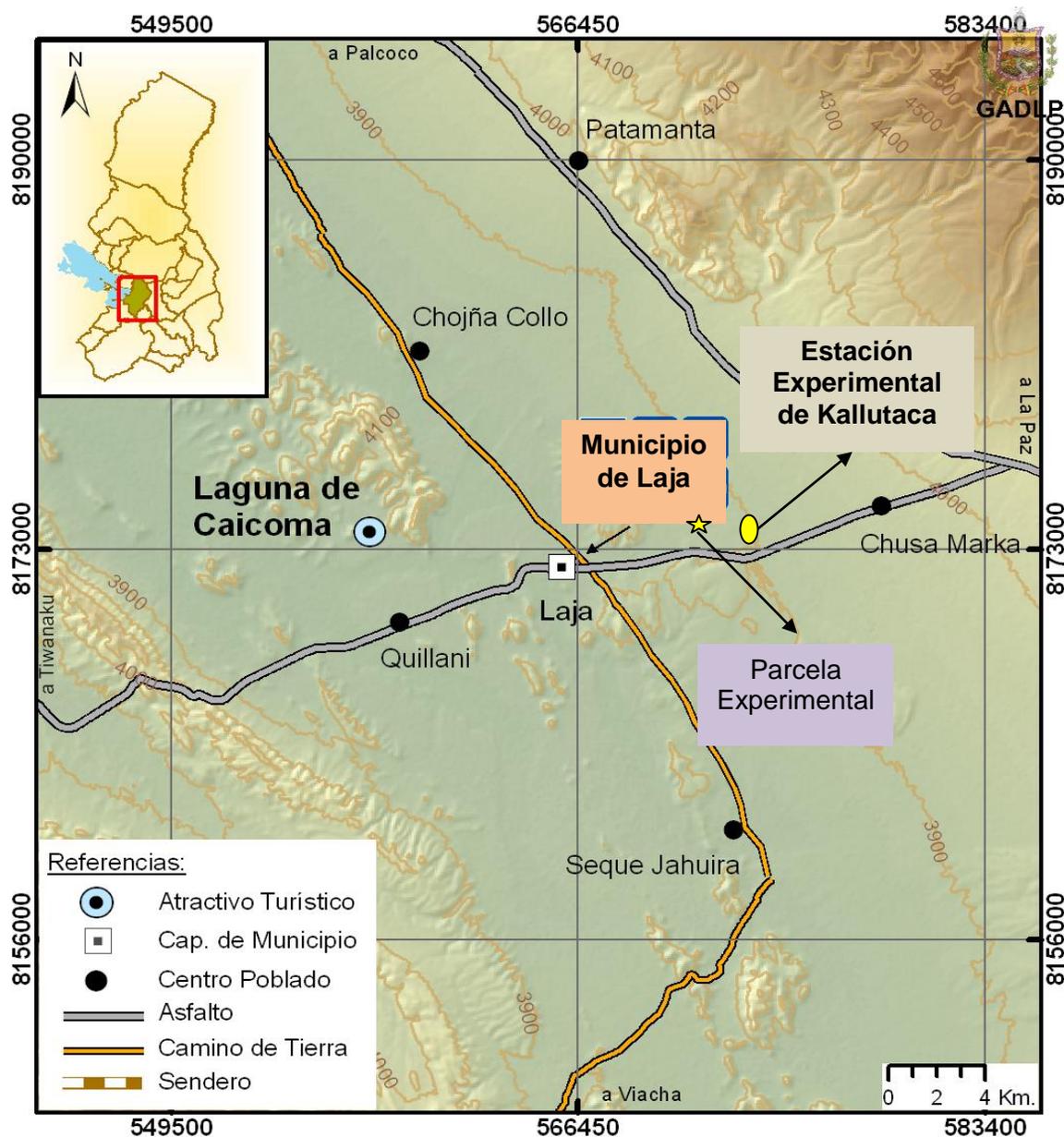


Figura 1. Ubicación geográfica de la parcela experimental (Fuente: IGM, 2005)

### **3.3. Materiales**

#### **3.3.1. Materiales de campo**

Para la toma de los registros se emplearon los siguientes materiales:

- Cinta métrica
- Rastrillos
- Picotas
- Palas
- Bolsas de yute
- Palos de desgranadora de quinua
- Bolsas nylon
- Flexómetro
- Estacas
- Marbetes
- Cámara fotográfica
- Formularios

#### **3.3.2. Materiales de gabinete**

Los materiales de gabinete empleados fueron:

- Cuaderno de registros
- Tableros
- Formularios
- Cámara fotográfica
- Bolígrafos
- Calculadora
- Computadora e impresora
- Hojas de papel

#### **3.3.3. Material de laboratorio**

- Balanza analítica de precisión

### 3.3.4. Material vegetal

En el presente trabajo se utilizó como material vegetal 10 accesiones de quinua, procedentes del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAP) (ver Anexo 5; Foto 3).

**Cuadro 3. Accesiones de quinua**

Accesión	Kellu
Accesión	0501
Accesión	0622
Accesión	0383
Accesión	1354
Accesión	0513
Accesión	1270
Accesión	0334
Accesión	0306
Accesión	0610

## 3.4. Metodología

### 3.4.1. Ubicación de la parcela experimental

Mediante un convenio suscrito entre la UPEA (Universidad Pública del El Alto) y la institución de INIAP (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal), se asignó un terreno para la realización de la investigación, en la Estación Experimental de Kallutaca, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agronómica.

#### 3.4.1.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó con anterioridad, aprovechando las últimas lluvias del año 2013 (Chambilla, 2009); el roturado fue realizado con la ayuda de un tractor agrícola de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto (ver Anexo 5; Foto 1). Seguidamente se efectuó un pase de rastra. Consecutivamente, se realizó el desterronado de forma manual dejando terreno bien mullida y nivelada para la siembra, al mismo tiempo se efectuó el trazado de la parcela experimental (ver Anexo 5; Foto 2).

#### **3.4.1.2. Siembra**

La siembra se realizó el 28 de octubre del año 2013, empleando el método de siembra en surcos (FAO, 2011). Donde, en cada unidad experimental se tuvo 9 surcos, 24 plantines por surco, 219 plantas por unidad experimental, en un total de 20 m<sup>2</sup>. Asimismo, se depositó 20 semillas por golpe y distribuidos a 25 g por unidad experimental. También, la distancia entre surcos fue de 40 cm y entre plantas a 20 cm; de la misma manera, se depositó a una profundidad de siembra de 2 a 3 cm, en el lugar húmedo; pero, la apertura del surco fue manual. Todo esto, se realizó en horas de la mañana como lo practican los agricultores de esta región (ver Anexo 5; Foto 4) (Chambilla, 2009; Aitken, 1986 y León, 2003).

#### **3.4.1.3. Evaluación de las variables de respuesta**

La primera evaluación se realizó a 8 días después de la siembra, contando el número de plántulas emergidas en unidades experimentales (ver Anexo 5; Foto 5). Posteriormente, se fueron evaluando las demás variables planteadas en diferentes fases de desarrollo del cultivo de la quinua, hasta el momento de la cosecha (ver Anexo 5; Foto 8).

#### **3.4.1.4. Raleo, deshierbe y aporque**

El raleo de plantas y el primer aporque se realizó simultáneamente con el primer deshierbe, a los 40 días después de la siembra, o cuando las plántulas tenían una altura de 5 a 10 cm. Asimismo, el raleo consistió en eliminar las plantas débiles y pequeñas en cada golpe de semilla depositada, con el objetivo de prevenir la competencia de nutrientes entre plantas en la fase de desarrollo. También, el segundo deshierbe y paralelamente con el aporque se realizó, a los 105 días después de la siembra (ver Anexo 5; Foto 6) (Tambo, 2010; Camacho, 2009 y Flores *et al.*, 2010).

#### **3.4.1.5. Control de plagas y enfermedades**

El control de plagas y enfermedades se efectuó en una ocasión, cuando algunas plantas han mostrado síntomas de mildiu de la quinua (*Peronospora farinosa*) y la presencia de plaga (ver Anexo 5; Foto 7) (Estrada, 2012).

#### **3.4.1.6. Cosecha, secado y trillado**

La cosecha se realizó cuando las plantas llegaron a la madurez fisiológica, la misma se realizó de forma manual (con hoz), según la madurez de cada accesión de quinua. Asimismo, después de la cosecha se procedió al emparve para el secado; pero, el trillado se realizó una vez que los granos hayan secado, y se realizó totalmente manualmente con la participación de los agricultores (ver Anexo 5; Foto 9) (Tapia y Fries, 2007 y Camacho, 2009).

#### **3.4.1.7. Procedimiento de la evaluación participativa**

Para rescatar los criterios de los agricultores respecto a accesiones de quinua sembrada, se efectuaron evaluaciones con la participación de 11 productores seleccionados de acuerdo a los siguientes criterios: que tengan experiencia en el manejo del cultivo, que sean innovadores y que tengan habilidad para comunicarse. También se consideró la voluntad de participar, el interés, la edad y el sexo (ver Anexo 2) (Ashby, 1992 y Anduaga, 2000).

Con la participación de los agricultores, se realizaron las evaluaciones en dos fases del ciclo productivo del cultivo, uno en la fase de floración y otra en post-cosecha. Además, donde se explicó el objetivo de la investigación y de la forma de evaluación, recopilando así la información en fichas técnicas de evaluación de cada agricultor (Ashby, 1991).

##### **3.4.1.7.1. Evaluación en la fase de floración**

La primera evaluación participativa se realizó en la etapa de floración a los 142 días después de la siembra con 11 agricultores de la quinua en la parcela experimental; utilizando la técnica y el formato de evaluación absoluta, asignando puntajes de 1 que significa malo, 3 regular y 5 bueno (ver Anexo 3) (PROINPA, 2002).

##### **3.4.1.7.2. Evaluación participativa post-cosecha.**

La evaluación en post-cosecha se realizó a los 195 a 220 días después de la siembra del cultivo con 11 agricultores en base a granos de la quinua después del trillado; se utilizó la técnica y el formato de evaluación de orden de preferencias (ver Anexo 4) (PROINPA, 2002).

### 3.4.2. Diseño experimental

El diseño experimental que se aplicó en el presente estudio, fue Diseño de Bloques Completamente al Azar, con diez tratamientos (diez accesiones), distribuidas en cuatro bloques (Calzada, 1970 y Ochoa, 2009).

### 3.4.3. Modelo lineal aditivo

Para el análisis de resultados se realizó de acuerdo al siguiente modelo estadístico lineal (Ibañez, 2000 y Ochoa, 2009).

$$X_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$X_{ij}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del *j*-ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto de la *i*-ésima accesión de quinua

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

### 3.4.4. Tratamientos de estudio

**Cuadro 4. Accesiones de quinua**

Tratamiento	Nº de accesión	Procedencia
T1	ACC-Kellu	INIAF
T2	ACC-0501	INIAF
T3	ACC-0622	INIAF
T4	ACC-0383	INIAF
T5	ACC-1354	INIAF
T6	ACC-0513	INIAF
T7	ACC-1270	INIAF
T8	ACC-0334	INIAF
T9	ACC-0306	INIAF
T10	ACC-0610	INIAF

### **3.4.5. Análisis estadístico**

Se efectuaron pruebas de Análisis de Varianza (ANVA), pruebas de Rango Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad. También, los datos de las variables evaluadas, se analizaron con el paquete estadístico SAS (Sistema de Aplicación Estadística) v.9.2.

### **3.4.6. Croquis del experimento**

La distribución de las accesiones de la quinua (tratamientos) se realizó totalmente azar en cada unidad experimental, al interior de bloques, en sentido perpendicular a la pendiente del suelo, de forma continua (ver Anexo 1).

### **3.4.7. Variables de respuesta**

#### **3.4.7.1. Variables fenológicas**

##### **3.4.7.1.1. Días a la emergencia**

Para la variable días a la emergencia, se procedió a registrar el número de días transcurridos desde el momento de la siembra hasta la emergencia, todo esto cuando en que la unidad experimental presentó el 50% de emergencia de plántulas (CIRF, 1981 y Bioversity International, 2013).

##### **3.4.7.1.2. Días a la floración**

Se registró el número de días desde la fecha de la siembra hasta el 50% de las plantas de cada unidad experimental presentaron esta característica (Gómez y Eguiluz, 2011 y Bioversity International, 2013).

##### **3.4.7.1.3. Días a la madurez fisiológica**

Se evaluó el número de días, desde la fecha de la siembra hasta que la planta mostró síntomas de cosecha, esto es considerando hojas secas en la base, amarillas hacia el ápice de la planta y grano seco en la panoja a un 50% de madurez fisiológica (CIRF, 1981 y Bioversity International, 2013).

### **3.4.7.2. Variables agronómicas**

#### **3.4.7.2.1. Altura de la planta (cm)**

Para la variable altura de la planta se evaluó a 10 plantas seleccionadas aleatoriamente en cada unidad experimental, a partir de la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja en la madurez fisiológica (Gómez y Eguiluz, 2011).

#### **3.4.7.2.2. Longitud de la panoja (cm)**

Para esta variable de longitud de la panoja se midió el largo de la panoja en cm de 10 plantas seleccionadas al azar (CIRF, 1981 y Bioversity International, 2013).

#### **3.4.7.2.3. Diámetro de la panoja (cm)**

Para determinar el diámetro de la panoja se midió en la fase de madurez fisiológica de planta, en la misma se registró el diámetro máximo de la panoja principal de 10 plantas muestreadas totalmente al azar en cm (CIRF, 1981 y Bioversity International, 2013).

#### **3.4.7.2.4. Peso de 1000 granos (g)**

Para el peso de 1000 granos se registró el peso sin considerar el perigonio, las cuales fueron tomadas al azar de las 10 muestras de cada unidad experimental (Bioversity International, 2013).

#### **3.4.7.3. Rendimiento (kg/ha)**

Para obtener el rendimiento en grano seco se realizó mediante la cosecha, secado, trillado y posterior venteado de las muestras seleccionadas de cada unidad experimental totalmente aleatorio; luego se procedió a pesar en g con la balanza analítica de precisión, luego se sacó el promedio de cada tratamiento y bloque, estos datos se transformaron en kg/ha (Mullo, 2011).

#### **3.4.7.4. Evaluación participativa**

Con la participación de los productores se efectuó la evaluación participativa durante el ciclo productivo de las accesiones de la quinua, se realizó en dos etapas de la fase, una en la etapa de floración y la otra en post-cosecha (Ashby, 1991).

#### **3.4.7.4.1. Evaluación en la etapa de floración**

Para la evaluación en la etapa de floración se utilizó la técnica de evaluación absoluta, en donde los productores de la quinua hicieron un recorrido por toda las unidades experimentales de la investigación, rescatando criterios para después clasificar de acuerdo a la hoja de evaluación de las 10 accesiones, asignando un valor de 5 puntos que esto significa bueno, 3 al regular y 1 a la mala de acuerdo a su criterio de cada agricultor (PROINPA, 2002).

#### **3.4.7.4.2. Evaluación post-cosecha**

Esta evaluación se efectuó en la etapa de post-cosecha, mediante técnica de evaluación de orden de preferencias sobre características de grano, registrando los parámetros y razones de cada agricultor desde la más elegida hasta la menos señalada (PROINPA, 2002).

#### **3.4.7.5. Análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANVA). Asimismo, en caso de que se tuviera la significancia en el ANVA, se realizó la prueba de Duncan, empleándose el programa SAS v.9.2.

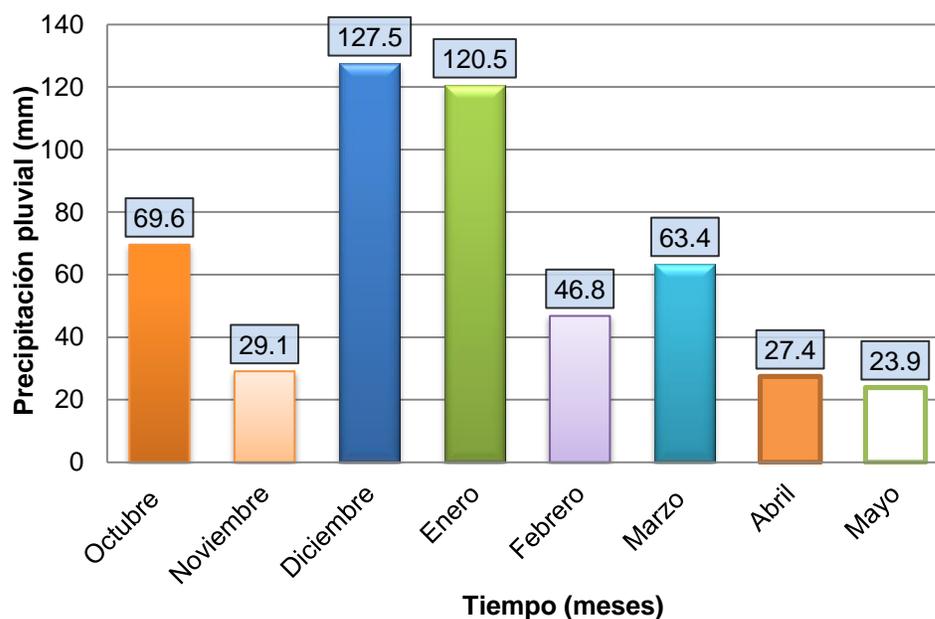
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación que a continuación se presentan, provienen de la gestión agrícola 2013 - 2014, representados a los aspectos de variables fenológicas, agronómicas y evaluación participativa.

### 4.1. Aspectos climáticos

#### 4.1.1. Precipitación mensual

En la figura 2, se detalla las precipitaciones mensuales registradas durante la campaña agrícola de octubre de 2013 a mayo de 2014, donde se observa que la máxima precipitación ocurrida fue en el mes de diciembre con un valor de 127.5 mm, seguido de enero, octubre y marzo con 120.5, 69.6 y 63.4 mm respectivamente, y la mínima precipitación se dio en el mes de mayo alcanzando un valor de 23.9 mm.



**Figura 2. Precipitación pluvial durante la gestión agrícola 2013 - 2014 (mm) (Fuente: SENAMHI, 2014)**

Asimismo, la precipitación acumulada total registrada durante la gestión agrícola, comprendida entre los meses de octubre de 2013 a mayo de 2014, fue de 508.2 mm, la cual se encuentra dentro los rangos óptimos para una buena producción del cultivo.

Al respecto, Mujica *et al.* (2001), se refiere que para una buena producción oscila entre 250 a 500 mm anual promedio. De la misma manera, PROINPA (2005), indica que en el Altiplano Norte presenta una mayor precipitación de 500 mm/año en promedio. Los datos de precipitación registrada están en el rango mencionado. De la misma forma, Teran (2010), detalla que la mínima precipitación para obtener un buen rendimiento es de 400 mm.

#### 4.1.2. Temperatura

En la figura 3, se observa que la temperatura máxima media se registró durante el mes de noviembre, alcanzando 17.41°C; mientras que la temperatura mínima media se registró durante el mes de mayo con un valor de -1.84°C, con una temperatura promedio del ambiente de 8.96°C.

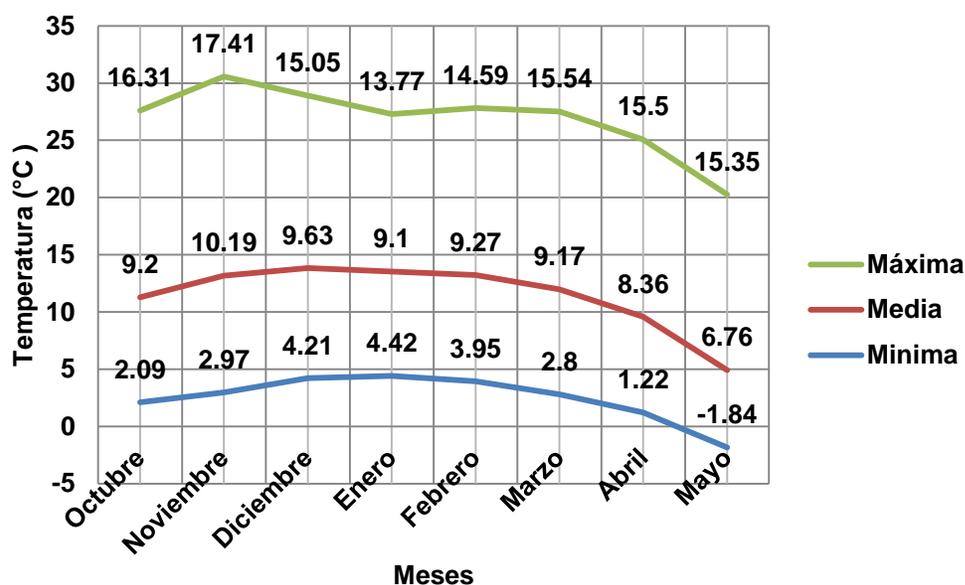


Figura 3. Comportamiento de la temperatura máxima, mínima y media durante el ciclo productivo en gestión agrícola 2013 – 2014 (°C) (Fuente: SENAMHI, 2014)

León (2003), indica que la temperatura óptima para una buena producción de la quinua está alrededor de 8 a 15°C. Asimismo, Mujica y Jacobsen (2006) y FAO (2011), señalan que el cultivo tiene una gama adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos, soporta temperaturas desde -4°C hasta 38°C y una temperatura media de 5 a 14°C; por consiguiente, los registros de temperatura están acorde a las necesidades del cultivo que mencionan estos autores.

Al respecto, Fontúrbel (2005), indica que período o fase fenológica requiere una temperatura desigual; así por ejemplo, en la fase de germinación requiere de 1°C a 3°C, cuando se tiene las primeras hojas verdaderas de 5°C a 8°C, en la ramificación de 8°C a 16°C, y en la floración y maduración de 16°C a 22°C.

De mismo modo, Tapia (1990) y UNSCH (2012), señalan que la quinua tolera una amplia diversidad de climas, además no se ve afectada por climas fríos en cualquier etapa de desarrollo, excepto en floración porque las flores son sensibles al frío.

## 4.2. Variables agronómicas

### 4.2.1. Días a la emergencia

**Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable días a la emergencia en diez accesiones quinua**

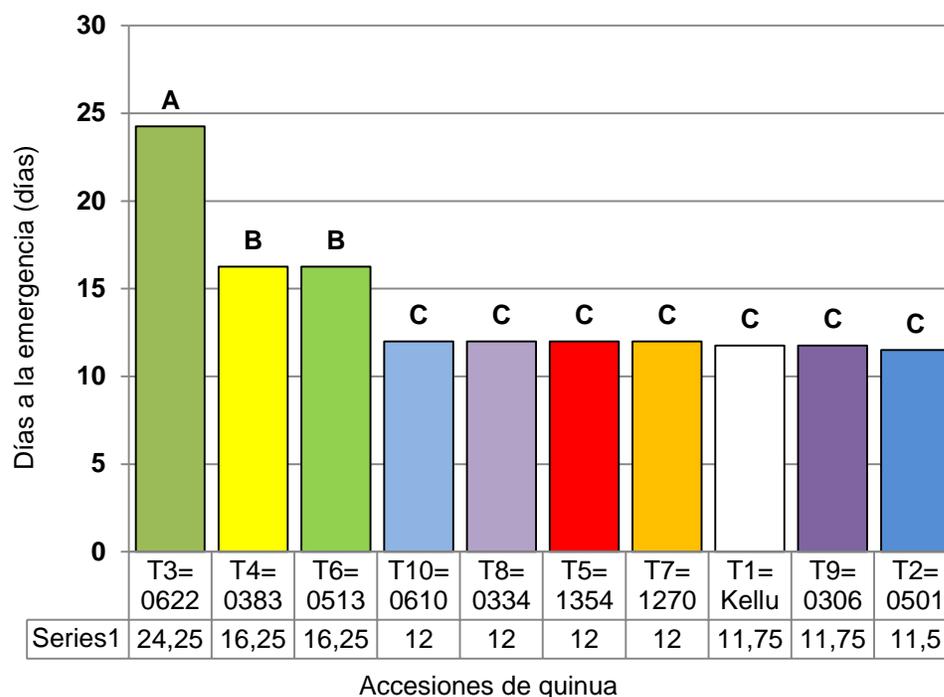
FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	590.22	65.58	74.16	<.0001**
<b>Bloque</b>	3	0.87	0.29	0.33	0.8038NS
<b>Error</b>	27	23.87	0.88		
<b>Total</b>	39	614.97			

**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

El análisis de varianza del cuadro 5, para la variable días a la emergencia, se observa que no existe la diferencia estadísticamente significativa entre bloques ( $Pr > F = 0.8038$ ). Por otro lado, el cuadro de análisis de varianza muestra claramente que entre accesiones de quinua en días a la emergencia existe la diferencia estadística altamente significativa ( $Pr > F = 0.0001$ ), lo cual indica que las accesiones tuvieron un comportamiento diferente respecto a días al 50% de emergencia. Asimismo, se tiene un coeficiente de variación igual a 6.73% por lo que este valor muestra que los datos son confiables (< 30%).



**Figura 4. Comparación de medias para la variable días a la emergencia de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

En la figura 4, se muestra que no hay diferencias significativas en días a la emergencia entre las accesiones de quinua 0501, 0306, Kellu, 1270, 1354, 0334 y 0610 con 11.5, 11.75, 11.75, 12.00, 12.00, 12.00 y 12.00 días en promedio; en ese sentido, son consideradas las más precoces a la emergencia.

Las accesiones 0501, 0306, Kellu, 1270, 1354, 0334 y 0610 presentan diferencias significativas respecto de las accesiones 0513 (16.25), 0383 (16.25) y 0622 (24.25) que lograron la emergencia al 50% en promedio, las mismas son consideradas como semitardías y tardía.

Las accesiones 0383 y 0513 no presentan significancia entre sí, pero estas accesiones presentan diferencias significativas a la emergencia respecto de la accesión 0622 (24.25 días en promedio). La variabilidad de días a la emergencia que es un carácter genético en cada accesión y depende de las condiciones climáticas y la adaptabilidad a la región de estudio.

Como se observó en la figura 4, existe una variabilidad de 14 días del primero con respecto del último; es decir, esto puede atribuirse a la ocurrencia de presencia de lluvia, ya que en campo experimental después de 5 días de la siembra de las accesiones, no hubo la presencia de lluvias durante dos semanas; por tal razón, algunas accesiones no han alcanzado su emergencia a su tiempo; asimismo, todos los tratamientos estaban expuesto a las mismas condiciones medioambientales, ya que algunas accesiones son sensibles a estos factores. Al respecto, Mujica *et al.* (2004), señalan que en la fase de germinación es más sensible a la humedad, si es baja, no germina, si excede, se asfixia y muere; de la misma manera, señala Romero (1990), la velocidad de emergencia se reduce conforme a la humedad del suelo.

Por su parte, Silveti (2012), en la investigación realizada con las variedades de quinua blanquita y morada, utilizando fertilizantes orgánicos, orina humana tratada y humus ecosan, obtuvo 50% de emergencia entre 10 a 13 días después de la siembra. En tal sentido, las accesiones 0501, 0306, Kellu, 1270, 1354, 0334 y 0610 en la presente investigación se asemejan a estos datos de las variedades de quinua, excepto las 3 accesiones que se consideraron semitardías y tardías, de tal manera todas estaban expuestas en campo a las mismas condiciones edafo-climáticas.

#### 4.2.2. Días a la floración

**Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable días a la floración en diez accesiones de quinua**

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	4149.52	461.06	412.55	0.0001**
<b>Bloque</b>	3	9.07	3.02	2.71	0.0650 NS
<b>Error</b>	27	30.17	1.12		
<b>Total</b>	39	4188.77			

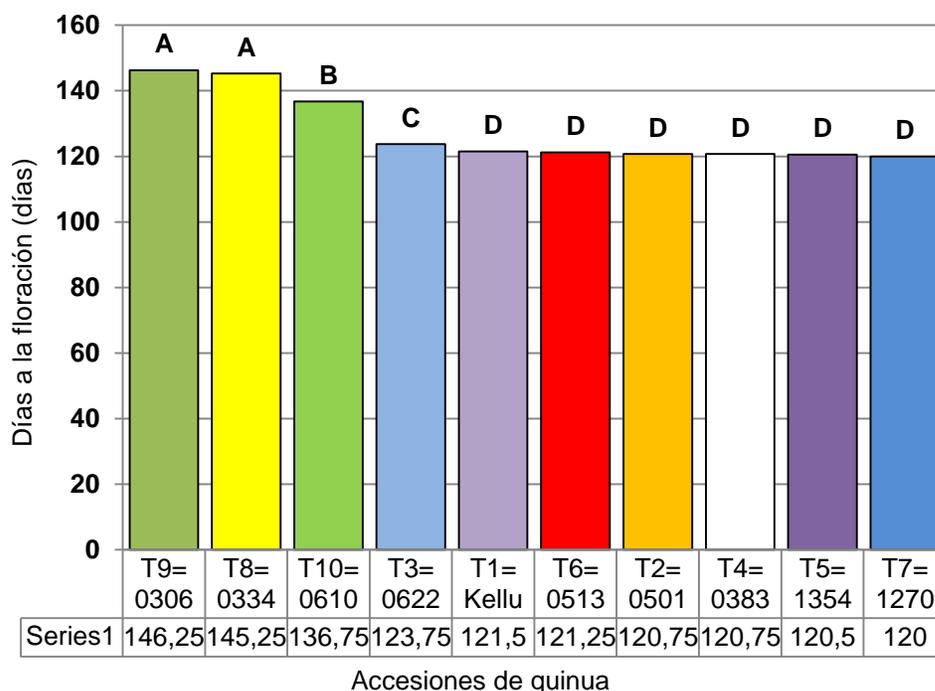
**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

Los datos del análisis de varianza para la variable días a la floración en el cuadro 6, muestran diferencias altamente significativas a un nivel de significancia 0.01 (1%) en las 10 accesiones de quinua; Asimismo, entre bloques no se presentó diferencias significativas, el valor presentado,  $Pr > F = 0.0650$  es superior al 0.05 (5%) por la cual, no hay diferencias.

Por otro lado, se muestra un CV (Coeficiente de Variación) igual a 0.83%, que significa que está en un rango de aceptación, los datos de estudio y el manejo realizado en las unidades experimentales son confiables.



**Figura 5. Comparación de los medios para la variable días a la floración de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

Como se puede observar en la figura 5, no existe diferencias en días a la floración entre las accesiones de quinua 1270, 1354, 0383, 0501, 0513 y Kellu, las mismas lograron la floración al 50% a los 120.00, 120.50, 120.75, 120.75, 121.25 y 121.25 días en promedio respectivamente, pero son significativamente diferente de las accesiones 0622, 0610, 0334 y 0306 las mismas que llegaron a 50% de floración a los 123.75, 136.75, 145.25 y 146.25 días en promedio y son consideradas tardías.

En cambio, la accesión 0622, llegó al 50% de la floración a los 123.7 días en promedio y es significativa de las accesiones 0610, 0334 y 0306; pero la accesión 0306 tuvo una media de 146.26 días en promedio, siendo este valor el tiempo más largo al momento de la floración en comparación con las demás accesiones en estudio.

Como se observa en la figura 5, existe una amplia variabilidad en días a la floración de 26 días del primero con respecto del último, esto podría atribuirse que en lugar de estudio, faltando 4 semanas para la floración no hubo la presencia de lluvia; además, faltando 1 semana para la floración de la primera accesión, en la zona hubo tormentas acompañada con presencia de granizada y con ventarrones fuertes, todo esto afecto directamente en la estructura de la planta; asimismo, afectando a todas por igual, ya que algunos son resistentes a estos factores climáticos y otras son susceptibles. Al cual, Congreso Científico de la Quinua (2013), demostró que el granizo muestra diferencias en las líneas de quinua, generando floraciones muy variados entre ellas; Al respecto, nuestras accesiones de quinua en estudio florecieron en diferentes semanas o decir muy variado.

Al respecto, Quino (2000), menciona que el comportamiento entre una variedad precoz y una tardía, está determinada por el carácter genético propio de cada variedad y por las condiciones medioambientales del lugar. Las accesiones estudiadas tienen una amplia variabilidad en días a la floración, por la cual cabe destacar que esto se debe a sus características genéticas de cada uno y las condiciones ambientales de la región en estudio.

Por su parte, Miralles *et al.* (2004), indican que la duración de las etapas ontogénicas de un cereal son reguladas por la temperatura, fotoperiodo (duración del día) y la vernalización (requerimientos de horas frío). Así por ejemplo, temperaturas cálidas promueven una floración más temprana e inversamente cuando las temperaturas son frías.

#### 4.2.3. Días a la madurez fisiológica

**Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable días a la madurez fisiológica en diez accesiones de quinua**

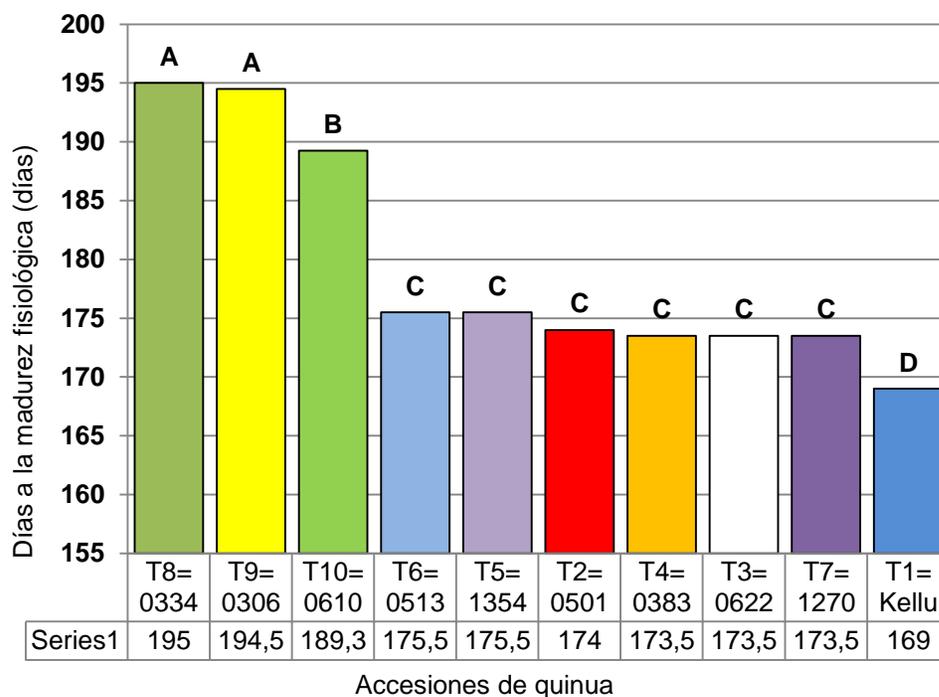
FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	3362.02	373.56	139.17	0.0001**
<b>Bloque</b>	3	10.27	3.42	1.28	0.3025 NS
<b>Error</b>	27	72.47	2.68		
<b>Total</b>	39	3444.77			

**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

Los datos de cuadro 7, nos muestran que para la variable días a la madurez fisiológica existen diferencias altamente significativas entre las diez accesiones de quinua, mientras que entre los bloques no mostraron significancia. El coeficiente de variación fue 0.91%, lo cual indica que los datos son confiables y que el trabajo de investigación fue manejado adecuadamente.



**Figura 6. Comparación de medias para la variable días a la madurez fisiológica de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

En la figura 6, se muestra que existen diferencias significativas en cuanto a la variable de madurez fisiológica entre las accesiones en estudio; la accesión Kellu es considerada semiprecoz de acuerdo a la clasificación de IBTA y PROINPA, ya que alcanzó la madurez fisiológica a los 169 días en promedio. Las accesiones 1270, 0622, 0383, 0501, 1354, 0513, 0610, 0306 y 0334 son significativas. Las accesiones 1270, 0622, 0383, 0501, 1354 y 0513 alcanzaron la madurez fisiológica a los 173.50, 173.50, 173.50, 174.00, 175.50 y 175.50 días en promedio respectivamente, y son significativas de las accesiones 0610, 0306 y 0334 que son consideradas tardías. La accesión 0610 alcanzó la madurez fisiológica a los 189 días, y es diferente que las accesiones 0306 y 0334. Y entre las accesiones 0306 y 0334 son similares siendo sus promedios de 194.50 y 195.00 días en promedio respectivamente.

Asimismo, la diferencia a la madurez fisiológica fue de 169 a los 195 días en las accesiones en estudio, es decir una variabilidad de 26 días del primero en madurar a la última accesión a la madurez. Al respecto, Rojas y Pinto (2014), mencionan que en Bolivia es posible encontrar accesiones que alcanzan la madurez fisiológica a los 110 días hasta los 209 días; al cual, nuestros resultados están dentro de estos parámetros.

También, SEPHU (2010), señala que la madurez depende mucho de las condiciones edáficas y factores medioambientales de la zona; también, como se presenta en cada campaña agrícola. Ya que en la zona de estudio presentó algunas semanas sin presencia de lluvias; además, si existía la presencia de lluvia, esto se venía acompañada con presencia de vientos fuertes; al cual se refiere, Teran (2010), indica que los vientos secos y calientes adelantan la maduración del grano si se presentan después de su formación, lo cual trae como consecuencia el adelgazamiento del mismo, y la pérdida de su calidad.

En una investigación, IBTA (1996), menciona que las variedades precoces son aquellas que alcanzan la madurez fisiológica menor a 140 días, mientras las semiprecoz o semitardía entre los 140 a 170 días, y las tardías a más de 170 días. Asimismo, (PROINPA, 2004) indica que el ciclo vegetativo de las variedades varían en un rango de: precoz 144 a 150 días, semiprecoz 161 días, intermedios 166 a 175 días y tardíos 179 a 195 días; al respecto, Mújica *et al.* (2004), señala que la madurez de la quinua ocurre entre los 160 a 180 días después de la siembra, donde el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, y se presenta un amarillamiento completo de la planta.

De mismo modo, las accesiones estudiadas en el presente estudio están entre las clases de semiprecoz y tardío de acuerdo a los resultados de diferentes autores ya mencionadas anteriormente; de tal forma, las condiciones climáticas y la adaptación a la región, manifiestan su influencia en estas accesiones introducidas. Al respecto, Alanoca y Mamani (2013), obtuvieron el siguiente resultado en días a la madurez fisiológica, donde la variedad blanquita alcanzo a los 171 días y *aynoq'á* y horizonte alcanzó a los 156 días; al respecto, las accesiones estudiadas están acorde a estos datos mencionadas.

Asimismo, López (2010), indica en la evaluación agronómica de 17 genotipos de quinua de grano oscuro, los días a la madurez fisiológica alcanzaron entre 126 y 144 días, estos datos son más bajos que las accesiones estudiadas, esto se debe a que las accesiones estudiadas, a la cual influyeron sus características genéticas y factores medioambientales de la región de estudio.

### 4.3. Variables agronómicas

#### 4.3.1. Altura de la planta (cm)

**Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable altura de la planta en diez accesiones de quinua**

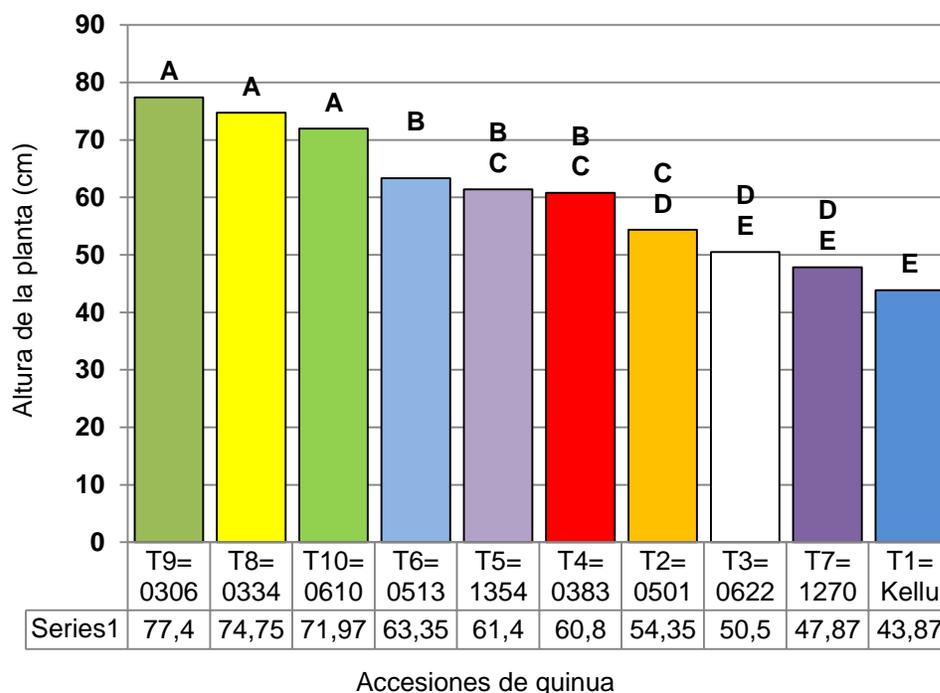
FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	4811.25	534.58	18.74	0.0001**
<b>Bloque</b>	3	122.37	40.79	1.44	0.2537 NS
<b>Error</b>	27	766.26	28.38		
<b>Total</b>	39	5699.88			

**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

El cuadro 8 de análisis de varianza, muestra que el CV fue de 9.06%, así mostrando un grado de confiabilidad aceptable. Pero no se tienen diferencias significativas entre bloques ( $Pr > 0.05$ ) para el variable altura de la planta. Mientras tanto, si existen diferencias estadística altamente significativas entre altura de la planta de las diez accesiones de quinua ( $Pr < 0.01$ ).



**Figura 7. Comparación de medias para la variable altura de la planta de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

La figura 7, se muestra los resultados de las accesiones de quinua estudiadas para la altura de la planta, variaron de un rango de 43.87 a 77.40 cm; la mayor altura correspondió a la accesión 0306 con 77.40 cm de altura; en tanto, la accesión Kellu alcanzó la menor altura respecto a los demás accesiones en estudio con 43.87 cm. Al respecto, Tapia (1990), menciona que puede medir de desigual tamaño de altura, esto según los ecotipos, las razas y el medio ecológico donde se cultiven.

Por otra parte, las accesiones 0306 (77.40 cm), 0334 (74.75 cm) y 0610 (71.97 cm) son no significativos entre sí, pero mostrando la significancia con relación al anterior con las demás accesiones en estudio. De mismo modo, las accesiones 0513 (63.35 cm), 1354 (61.40 cm) y 0383 (60.80 cm) son similares; pero la accesión 0513 muestra diferencias significativas con las accesiones 0501 (54.35 cm), 0622 (50.50 cm), 1270 (47.87 cm) y Kellu (43.87 cm), pero no así las accesiones 1354 y 0383 con la 0501 respectivamente. La accesión Kellu con un promedio de 43.87 cm es considerada la más baja en este estudio y mostrando una amplia variabilidad de la accesión 0306. Al respecto, Rojas (1998), indica que a la madurez fisiológica, las variedades y genotipos de quinua se diferencian notoriamente por su altura.

Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a caracteres genotípicos de cada accesión y medio ambiente, ya que las plantas se encontraban en las mismas condiciones climáticas de la zona durante el desarrollo vegetativo del cultivo. Con respecto a ello, Bonifacio (1999), menciona que las diferencias de altura son de carácter genético. De la misma forma, Mujica *et al.* (2004), que la fertilidad de suelo y las condiciones ambientales afectan en este factor.

Al respecto, Gandarillas y Bonifacio (1991), indican que la altura de planta en la quinua es un carácter muy variable donde es posible encontrar altas y enanas según las características variando estos de 0.70 a 1.40 m de altitud. Por su parte Gandarillas (1982), encontró una altura promedio máxima de 1.20 m y una mínima de 50 cm. Los datos de altura de planta registrados en el estudio con las accesiones de quinua se encuentran en este rango.

Por su parte, Alanoca y Mamani (2013), en la investigación realizada en la introducción de tres variedades de quinua (*aynoq'a*, horizonte y blanquita) en municipio de Patacamaya, la variedad *aynoq'a* obtuvieron una altura mayor a los demás de 70.7 cm. Asimismo, los datos estudiados son semejantes a estos datos registrados.

### 4.3.2. Longitud de la panoja (cm)

**Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable longitud de la panoja en diez accesiones de quinua**

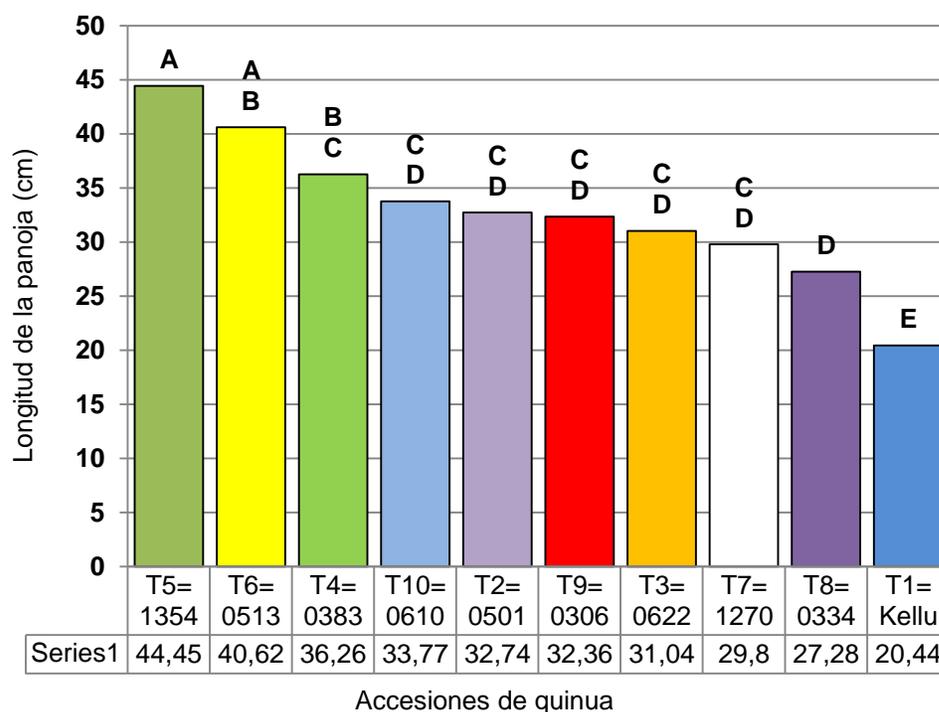
FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Accesiones	9	1621.43	180.16	9.96	0.0001**
Bloque	3	42.58	14.19	0.78	0.5129 NS
Error	27	488.42	18.09		
Total	39	2152.43			

**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

En el cuadro 9 de análisis de varianza, se puede apreciar que no hay diferencias significativas en entre bloques ( $Pr > 0.05$ ) para la variable longitud de la panoja. Mientras tanto, se encontró diferencias estadísticamente altamente significativas entre tratamientos  $Pr > F = 0.0001$ ; de la misma manera, el coeficiente de variabilidad fue 12.93% que indica que el experimento es confiable ( $< 30\%$ ).



**Figura 8. Comparación de medias para la variable longitud de la panoja de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

Según los resultados de la figura 8, se puede indicar que existen diferencias significativas entre la longitud de la panoja de la accesión 1357 con 44.75 cm respecto de las accesiones Kellu, 0334, 1270, 0622, 0306, 0501, 0610 y 0383, con 20.44, 27.28, 29.80, 31.04, 32.36, 32.74, 33.77, 36.26 cm respectivamente. Pero, no existen diferencias entre la longitud de la panoja de la accesión 1354 respecto de accesión 0513 con 40.62 cm. Las diferencias entre las accesiones 0513 y 0383 son no significativas pero son significativas de las demás accesiones en estudio. Pero la accesión Kellu con un promedio de 20.44 cm mostró el más bajo en comparación con las demás accesiones.

Al respecto, PROINPA (s.f.), menciona que la longitud de panoja promedio es de 27 cm. Asimismo, Mújica *et al.* (2004), señala que la panoja de la quinua alcanza una longitud de 30 a 80 cm, con respecto a estos valores el resultado de la investigación están dentro de este rango, excepto la accesión Kellu que alcanzó una altura inferior a estos datos mencionados. De mismo modo, Gómez y Eguiluz (2011), mencionan que la panoja de la quinua tiene una longitud que varían de 15 a 60 cm, esto según variedades, accesiones, ecotipos y entre otras.

Al respecto, Alanoca y Mamani (2013), obtuvieron resultados en la longitud de la panoja de 22.45, 21.7 y 20.6 cm en promedio, esto en la introducción de variedades (*aynoq'a*, horizonte y blanquita) de quinua en municipio de Patacamaya. Respecto a esto, las accesiones estudiadas algunas son superiores a estos datos y algunos son inferiores, de acuerdo a las características genéticas de cada accesión y las condiciones medioambientales de la región de estudio, ya que todas las accesiones en estudio estaban expuestas a las mismas condiciones de la zona.

#### 4.3.3. Diámetro de la panoja (cm)

**Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable diámetro de la panoja en diez accesiones de quinua**

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	31.40	3.49	13.95	0.0001**
<b>Bloque</b>	3	1.89	0.63	2.52	0.0790 NS
<b>Error</b>	27	6.76	0.25		
<b>Total</b>	39	40.05			

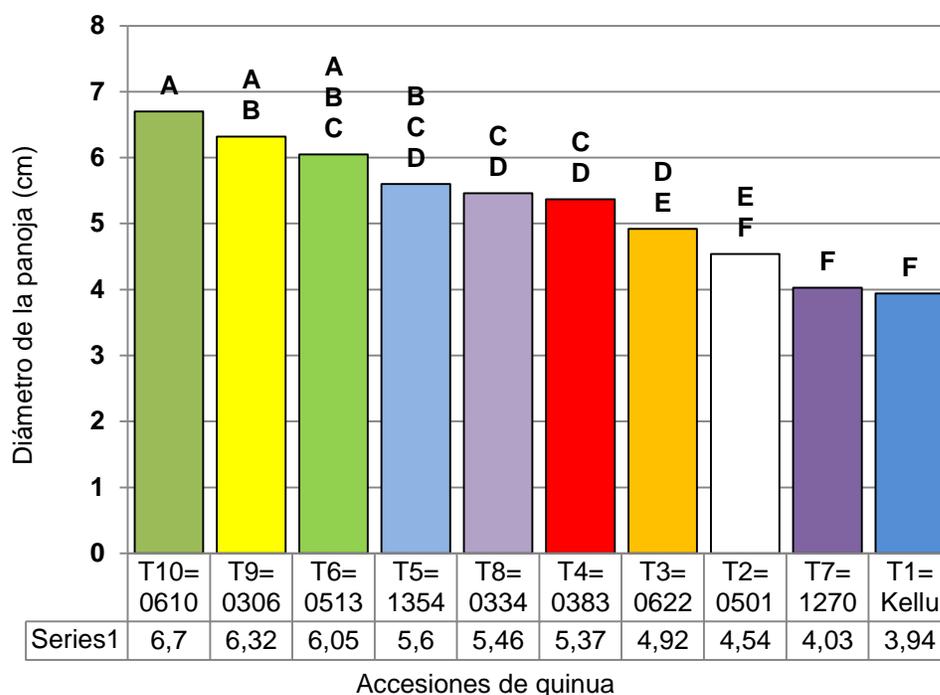
**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

En el análisis de varianza realizado en el cuadro 10, muestra para la variable diámetro de la panoja, que entre las accesiones de quinua (tratamientos) presentan diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ), por la cual existen diferencias en el diámetro de la panoja de las accesiones de quinua en estudio.

Con respecto a los bloques, el mismo cuadro muestra que no existen diferencias significativas ( $Pr > 0.05$ ). Teniéndose por otra parte, un coeficiente de variación igual a 10.18%; este valor indica que es muy buena y está dentro del rango de aceptación los datos y son confiables.



**Figura 9. Comparación de medias para el variable diámetro de la panoja de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

En la figura 9, se muestra que existe diferencias significativas para la variable diámetro de la panoja de las accesiones en estudio, donde la accesión 0610 con 6.70 cm muestra diferencias significativas respecto de las accesiones Kellu, 1270, 0501, 0622, 0383 y 1354, con 3.94, 4.03, 5.54, 4.92, 5.37, 5.46 y 5.60 cm respectivamente. Pero, no existen diferencias significativas en diámetro de panoja en cm entre las accesiones 0610, 0306 y 0513 con 6.70, 6.32 y 6.04 cm en promedio.

Por lo tanto, las accesiones 0306, 0513 y 1354 no presentan diferencias significativas estadísticamente, pero son significativos respecto de las accesiones 0334, 0383, 0622, 0501, 1270 y Kellu. El promedio más bajo que se obtuvo numéricamente en la presente investigación referente al diámetro de la panoja es de la accesión Kellu con un promedio de 3.94 cm. De manera general, en la variable diámetro de la panoja existió una amplia variabilidad, existió una diferencia de 2.76 cm de mayor diámetro respecto de menor diámetro; asimismo, esto se atribuye a las características genéticas que presenta cada accesión estudiada y el factor edafo-climáticas de la zona.

Al respecto, PROINPA (s.f.), menciona que el diámetro máximo de panoja es de 4.8 cm. Asimismo, Rojas (1998), menciona que el diámetro de panoja entre las accesiones que forman las panojas con menor y mayor diámetro varía en un rango de 2.9 a 19.4 cm, según un ensayo de análisis de diversidad genética del germoplasma de quinua en Bolivia, pero el promedio más común de diámetro de panoja se encuentra alrededor de  $6.9 \pm 1.6$  cm. Asimismo, en la presente investigación de las 10 accesiones de quinua se encuentran dentro de este rango. Al respecto, Alegría (1998), sostiene que el crecimiento del diámetro de panoja está en función de las condiciones medioambientales de la región donde se cultiva.

Al respecto, Alanoca y Mamani (2013), en estudio realizado en introducción de tres variedades de quinua en municipio de Patacamaya, donde mencionan que la variedad blanquita obtuvo un diámetro de 4.71 cm seguidos por *aynoq'á* con 4.43 cm y Horizonte con 4.09 cm respectivamente. Respecto a estos valores, las accesiones estudiadas están acorde a estos datos obtenidos.

#### 4.3.4. Peso de 1000 granos (g)

**Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos en diez accesiones de quinua**

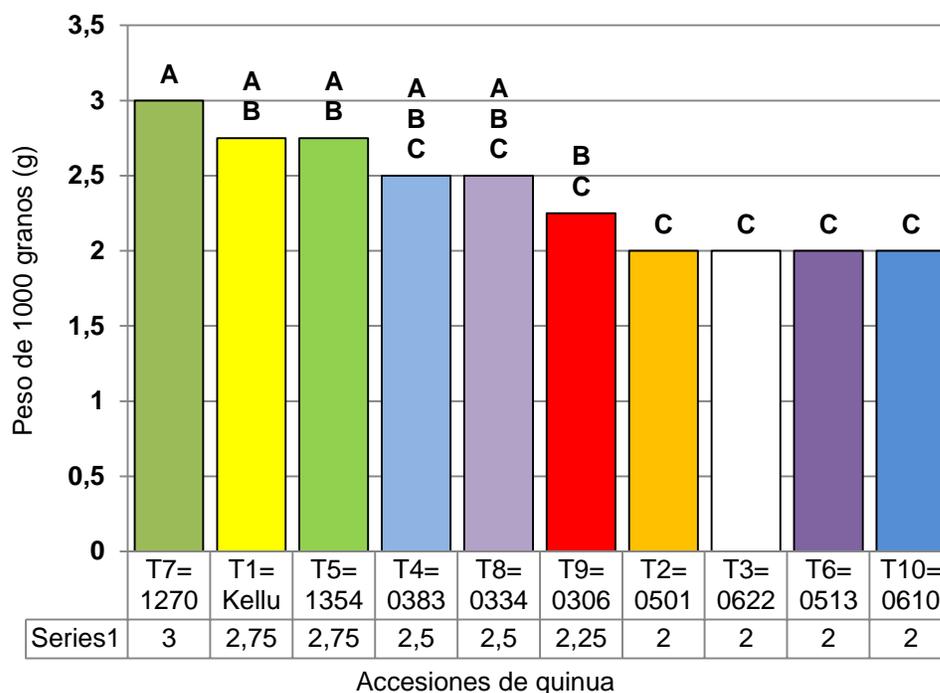
FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	0.051	0.006	4.30	0.0015**
<b>Bloque</b>	3	0.007	0.002	1.70	0.1907 NS
<b>Error</b>	27	0.036	0.001		
<b>Total</b>	39	0.094			

**C.V.** 6.73 %

**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

El cuadro 11 de análisis de varianza, muestra que el coeficiente de variación (CV) es de 15.30%, valor que es inferior al 30%, por lo que los datos son confiables y está dentro del rango de aceptación. Asimismo, para las diez accesiones (tratamientos) de quinua se encuentran diferencias altamente significativas ( $Pr > F = 0.0015$ ), para la variable peso de 1000 granos de la quinua. Al mismo tiempo, el cuadro muestra que no se tienen diferencias estadísticamente significativas entre bloques ( $Pr > 0.05 = \text{No significativo}$ ).



**Figura 10. Comparación de medias para el variable peso de 1000 granos de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

En la figura 10, muestra que existen diferencias significativas para la variable de peso de 1000 granos, donde la accesión 1270 con 3.00 g presenta diferencias respecto de las accesiones 0610, 0513, 0622, 0501 y 0306, con 2.00, 2.00, 2.00, 2.00 y 2.20 g respectivamente; pero no presenta diferencias significativas en el peso de 1000 granos entre las accesiones 1270 de Kellu, 1354, 0383 y 0334, con 2.70, 2.70, 2.50 y 2.50 g respectivamente. En el peso de 1000 granos las accesiones Kellu y 1354, presentan diferencias significativas de las accesiones 0610, 0513, 0622 y 0501, pero no así, de las accesiones 0383 y 0334.

Para la variable de peso de 1000 granos de las accesiones 0383, 0334 y 0306 no presenta diferencias significativas entre sí, pero las accesiones 0501, 0622, 0513 y 0610 con un promedio de 2.00 g es el promedio más bajo de este estudio. Al respecto, PROINPA (s.f.), menciona que el promedio del peso de 1000 granos es de 4.21 g, respecto a esto valor los datos obtenidos son inferiores debido a que cada accesión muestra sus características genéticas y también por las características medioambientales. Por su parte, Whali, citado por Riquelme (1998), afirma que el grano de quinua está relacionado con el tamaño y peso de la semilla.

De la misma forma, Huacara (2014), en evaluación agronómica de ajara obtuvo un peso mayor de 1.32 g de peso de 1000 semillas; al respecto, las accesiones en estudio de la quinua son superiores a estos datos. En estudio realizado por Rodríguez (2005), demostró que el peso de 1000 granos en post-cosecha obtuvo resultado de 3.96 g en variedad Surumi.

Asimismo, Gutierrez (2003) en Estación Experimental de Choquenaira, sobre el ritmo de crecimiento y desarrollo en dos variedades de quinua, encontró resultado de 2.47 g en la variedad Surumi. Al cual, nuestros datos obtenidos en las accesiones de quinua estudiada están dentro de este rango.

#### 4.4. Rendimiento (kg/ha)

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha en diez accesiones de quinua**

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Accesiones</b>	9	2179034.59	242114.96	34.31	0.0001**
<b>Bloque</b>	3	2179034.59	4720.60	0.67	0.5784 NS
<b>Error</b>	27	190505.06	7055.74		
<b>Total</b>	39	2383701.45			

**C.V.** 6.73%

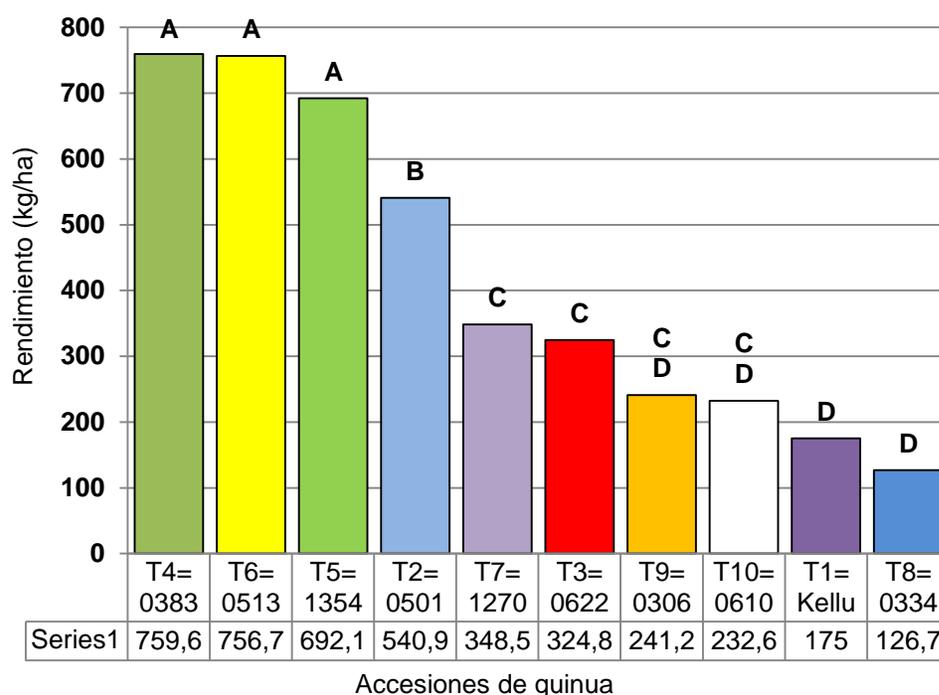
**\*\*** Altamente Significativo

**NS** No Significativo

El cuadro 12 de análisis de varianza, muestra que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre bloques ( $Pr > 0.05$ ), es decir el campo experimental que tuvo una variabilidad en pendiente de terreno no influyó en el rendimiento de las 10 accesiones de quinua.

También, se tiene diferencias altamente significativas en el rendimiento entre accesiones de quinua donde el valor de probabilidad presentada  $Pr > F = 0.0001$ , siendo este valor inferior al 0.05 e inferior al 0.01, por lo que se dice que hay diferencias entre tratamientos (accesiones de quinua).

Por otro lado, el coeficiente de variación fue 20.39%, la cual muestra que los valores empleados en el análisis quedan dentro del rango de aceptación ( $CV < 30\%$ ), por lo que son valores confiables, y que estos no presentan elevada variabilidad.



**Figura 11. Comparación de medias para la variable rendimiento en kg/ha de diez accesiones de quinua. Duncan al 5%**

En la figura 11, se observa que cada accesión es diferente en cuanto a rendimiento, las accesiones 0383, 0513 y 1354 han sido superiores con 759.63, 756.73 y 692.13 kg/ha, respecto a las demás accesiones, la misma figura muestra que está conformada de 4 bloques. La accesión 0501 con 540.95 kg/ha muestra diferencias estadísticamente significativas de las accesiones 1270, 0622, 0306, 0610, Kellu y 0334 con 348.50, 324.80, 241.20, 232.55, 175.03 y 126.65 kg/ha.

Del mismo modo, para esta variable la figura muestra que la accesión 0334 logró una baja producción en cuanto al rendimiento, alcanzando 126.65 kg/ha. Al respecto, SEPHU (2010), menciona que si el periodo vegetativo es mayor, la producción es menor, la cual sucede con las accesiones 0334, 0610 y 0306.

Al respecto, Aitken (1986), indica que la producción y el volumen de rendimiento, varían de acuerdo a la zona y variedades, accesiones, ecotipos y entre otras utilizadas en la siembra, pero está entre 550 a 750 kg/ha. Asimismo, según los datos obtenidos por el INE, el rendimiento promedio de quinua a nivel nacional durante la campaña agrícola 2003 - 2004, fue de 639 kg/ha. También, Tapia (1990), indica que el rendimiento está relacionado con el nivel de fertilidad del suelo, abono químico, época de siembra, control de enfermedades y plagas, presencia de heladas y granizadas y entre otras; pero generalmente, se obtiene de 600 a 800 kg/ha. Al respecto los resultados de las 10 accesiones estudiadas, las accesiones 0383, 0513, 1354 y 0501 están dentro de estos parámetros de aceptación o se asemejan.

Sin embargo, es importante mencionar que en un estudio realizado por Chungara (2000), en el altiplano Central, se determinó que la precocidad es un carácter que se asocia negativamente con la arquitectura de la planta y el rendimiento, lo que significa que mientras más precoz sea, más pequeña será la planta y menor rendimiento se obtendrá. Al respecto, las accesiones Kellu y 0334 en las cuales se obtuvieron rendimientos muy bajos ya que la accesión Kellu alcanzó muy rápido a la madurez fisiológica, pero, contrariamente las accesiones 0383, 0513 y 1254 tuvieron buenos rendimientos y llegaron a la madurez muy tardía y un normal desarrollo de la planta.

Asimismo, puede ser afectada por factores que influyeron durante la fase de la producción de la quinua; pues, en el campo experimental se tuvo la presencia de mildiu (*Peronospora farinosa*) en menor escala; al respecto, Danielsen y Ames (2000), indican que la alta influencia del mildiu reduce los rendimientos de hasta un 33 a 58%; lluvias acompañadas con presencia de vientos; al respecto, León (2003), menciona pérdidas entre 20 a 25%, también los fuertes vientos producen el acame de las plantas, ocasionando rendimientos bajos.

Asimismo, SEPHU (2010), indica que excesos de humedad ocasionan pudrición y asfixia de la raíz, tumbando las plantas, y consecuentemente afectan la producción. Todos estos factores se presentaron en la zona pero en un menor grado, ya que todas las accesiones estudiadas estaban expuestas a las mismas características del campo.

Por su parte, Alanoca y Mamani (2013), obtuvieron resultados de 751.37 a 781.3 kg/ha en la variedad *aynoq'a* en dos comunidades en municipio de Patacamaya en la introducción de variedades de quinua. Asimismo, Yana (2005), señala en estudio de diagnóstico participativo realizado en la provincia Los Andes, municipio de Pucarani del departamento de La Paz, donde los agricultores obtienen un rendimiento promedio de 973 kg/ha, esto en *janko jupa*, *churijupa*, *witulla*, *qoito*, *aqujupa* y *quillujupa*, durante la gestión agrícola 2003. Nuestros resultados de las tres accesiones 0383, 0513 y 1354 se comparan con estas variedades, mientras las otras accesiones no, esto también se debe a factores genéticos de cada accesión y características medioambientales del lugar de estudio.

Por último, Aliaga (2007), menciona que en el municipio de Sica Sica del departamento de La Paz, existe una amplia variabilidad de cultivares de quinua liberadas por el IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria) y el rendimiento promedio es de 265 kg/ha para la campaña agrícola 2004 y 2005; los resultados de la investigación están dentro de este rango.

#### **4.5. Evaluación participativa**

##### **4.5.1. Primera evaluación participativa en la fase de floración**

La evaluación participativa se realizó en la fase de la floración, a los 120, 135 y 146 días después de la siembra; por razones, de que cada accesión presento un desarrollo muy diferente, mostrando sus fases fenológicas muy marcadas; Asimismo, en esta evaluación participativa, participaron 6 mujeres y 5 varones (ver Anexo 2), en un total de 11 productores. También, donde mostraron los puntajes totales de la evaluación absoluta, clasificada bajo una escala de importancia según la percepción de cada agricultor.

**Cuadro 13. Evaluación absoluta con agricultores en época de la floración en las accesiones de quinua**

Accesiones	Agricultores											Total	Posición
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
T4=ACC-0383	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	53	1 <sup>o</sup>
T6=ACC-0513	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	51	2 <sup>o</sup>
T10=ACC-0610	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	3	49	3 <sup>o</sup>
T5=ACC-1354	3	5	3	5	3	5	3	5	5	3	5	45	4 <sup>o</sup>
T9=ACC-0306	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	35	5 <sup>o</sup>
T8=ACC-0334	3	5	1	3	3	3	5	3	3	5	1	35	5 <sup>o</sup>
T7=ACC-1270	3	3	1	3	5	3	3	1	3	3	3	31	6 <sup>o</sup>
T2=ACC-0501	3	3	1	1	3	1	1	3	1	1	1	19	7 <sup>o</sup>
T1=ACC-Kellu	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	17	8 <sup>o</sup>
T3=ACC-0622	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3	17	8 <sup>o</sup>

Puntaje: 5=bueno; 3=Regular; 1=malo

Los resultados que se muestran en el cuadro 13, sobre calificaciones de los agricultores por prioridad, favorecieron con un puntaje de 53 a la accesión 0383 (tratamiento 4); La misma, ocupó la primera posición, considerándolo su precocidad a la floración, a los 120.75 días en promedio; asimismo, un regular crecimiento en altura de la planta con 60.8 cm y buena consistencia en la fase de la inflorescencia de la planta; pero, esto se detalla y aclara en la fase de la cosecha, donde tuvo un rendimiento mayor que las demás accesiones (759.63 kg/ha); también, durante la etapa de madurez fisiológica la misma presentó una longitud y diámetro de panoja regular que las otras accesiones (longitud de panoja 36.26 cm y diámetro de la panoja 5.37 cm). Asimismo, la accesión 0383 fue seleccionada por su color de flores bonitas.

Asimismo, en la segunda posición se encuentra la accesión 0513 (tratamiento 6) con un puntaje de 51, por su altura de la planta (63.35 cm) y un buen desarrollo de la inflorescencia; de igual forma, esto se aclara en la fase de cosecha, donde obtuvo un rendimiento de 756.7 kg/ha; también, alcanzado casi los mismo datos en rendimiento que la accesión 0383.

En la tercera posición ocupó la accesión 0610 con un puntaje de 49, con los siguientes criterios vertidos por parte de los agricultores: son plantas grandes en altura (71.97 cm), por la forma de crecimiento que presenta; asimismo, esta se contrasta con la evaluación técnica, donde se registró en la cosecha con un rendimiento de 232.55 kg/ha, que este

dato fue muy bajo en comparación con la accesión 0383 que obtuvo la mayor rendimiento de 759.63 kg/ha; también, esto se debe a que no es una planta precoz, ha alcanzado tardíamente la madurez fisiológica y por las características medioambientales del lugar.

Asimismo, la accesión 1354 se ubicó en cuarto lugar con un puntaje de 45, destacándose porque tiene una buena conformación de las panojas (longitud de la panoja 44.45 cm y diámetro 5.6 cm); también, mencionan que la planta está muy cargada, refiriéndose al rendimiento, donde se registró un rendimiento de 692.13 kg/ha.

En quinto lugar, en la clasificación de acuerdo a los criterios de los agricultores, se ubican las accesiones 0306 y 0334 con un puntaje de 35; pero, enfatizándolo porque tienen una altura de planta alta de 77.4 y 74.75 cm respectivamente; asimismo, indicaron que no tienen una buena conformación de la panoja, esta se evalúa con datos técnicos donde se registró un rendimiento de 241.2 y 126.65 respectivamente, donde estos datos son muy bajos que las demás accesiones, esto se debe a que estas accesiones son tardías; además, estas accesiones han alcanzado a los 174 días a su madurez fisiológica.

De acuerdo al cuadro 13 de la clasificación, en sexto lugar está la accesión 1270 con un puntaje de 31, De la misma manera, la accesión 0501 ocupa el séptimo posición con un puntaje de 19; asimismo, con escasa diferencia sobre criterios vertidos por los agricultores, que señalan que tienen una altura de planta regular que las otras accesiones en estudio, con 47.87 y 54.35 cm respectivamente; además, tienen una buena conformación de la panoja, esto con validación técnica en el rendimiento se observó que tienen un rendimiento regular (348.5 y 540.95 kg/ha).

En la última posición de acuerdo a la clasificación, en octavo lugar ocupa las accesiones Kellu y 0622 con un puntajes de 17; también, destacaron los productores con criterios negativos sobre estas accesiones en estudio, señalando que son plantas pequeñas (43.87 y 50.5 cm de altura) y no tiene una buena conformación de la inflorescencia, esto en la cosecha se observó que los rendimientos eran bajos que los demás accesiones y los criterios de agricultores eran viables (175.03 y 324.8 kg/ha).

#### 4.5.2. Segunda evaluación participativa en post-cosecha

En la evaluación participativa en la fase de post-cosecha, también participaron 6 mujeres y 5 varones, en total de 11 productores (ver Anexo 2), donde se mostró las accesiones en estudio en granos (ver Anexo 5; Foto 12). Los resultados se detallan en el cuadro 14, donde muestra la escala de preferencias, con una probabilidad de aceptación acumulada bajo la evaluación de orden de preferencias. Asimismo, clasificaron bajo una escala de importancia según la percepción de cada agricultor y bajo sus conocimientos locales.

**Cuadro 14. Características destacadas y orden de preferencias por las accesiones evaluadas en el estudio**

Accesiones	Criterios de los agricultores sobre las características del grano de quinua	Probabilidad de aceptación acumulada (%)	Escala de preferencia
T6 ACC - 0513	Grano mediano y uniforme Color blanco oscuro Mayor rendimiento	90.9	1º
T4 ACC - 0383	Grano mediano y uniforme Color amarillo oscuro Mayor rendimiento	81.8	2º
T5 ACC - 1354	Grano mediano y uniforme Color café Mayor rendimiento	72.7	3º
T3 ACC - 0622	Grano mediano y uniforme Color blanco claro Rendimiento regular	63.6	4º
T2 ACC - 0501	Grano mediano y uniforme Color blanco oscuro Mayor rendimiento	54.5	5º
T7 ACC - 1270	Grano mediano y uniforme Color negro Rendimiento regular	45.4	6º
T9 ACC - 0306	Grano grande y uniforme Color blanco oscuro Poco rendimiento	36.4	7º
T1 ACC - Kellu	Grano grande y uniforme Color amarillo claro Poco rendimiento	27.3	8º
T10 ACC - 0610	Grano mediano y poco uniforme Color amarillo oscuro Poco rendimiento	10.0	9º
T8 ACC - 0334	Grano mediano y uniforme Color blanco oscuro Poco rendimiento	10.0	9º

Como se muestra en los resultados del cuadro 14 por sus características de grano, en la cual se concluyó que la accesión 0513 ocupó el primer lugar en el orden de preferencias, con una probabilidad de aceptación acumulada de 90.9% por los agricultores evaluadores; asimismo, quienes subrayan propiedades de esta accesión, por su tamaño de grano mediano y mayor cantidad por el volumen, en comparación con otras accesiones de estudio; también, esta es la más superior en relación con otras accesiones de la investigación. De la misma manera, es seguida por la accesión 0383, la cual fue seleccionada en segundo lugar bajo el punto de vista de agricultores, a la cual señalan que sus granos son de tamaño mediano y uniforme; además, se tiene mayor volumen de producción y es de color amarillo oscuro.

En tanto, la accesión 1354 fue seleccionada en tercera posición con una probabilidad de aceptación de 72.7%; la misma que se destaca, porque tiene granos medianos y uniforme, de color blanco claro y tiene un volumen de producción regular que las anteriores accesiones. Asimismo, en cuarto lugar es ocupada por la accesión 0622, con una probabilidad de aceptación de 63.6%; la misma que es enfatizada, porque tiene un grano mediano y uniforme; además, es de color blanco claro y con un rendimiento regular de 692.13 kg/ha. También, en el quinto lugar se ubicó la accesión 0501, con una probabilidad de aceptación acumulada de 54.5%; pero, se destaca de esta accesión por su grano mediano y uniforme, de color blanco oscuro y se tiene un regular rendimiento de 540.95 kg/ha.

Asimismo, en sexto lugar fue clasificada a la accesión 1270, con una probabilidad de aceptación acumulada de 45.4%, por su tamaño mediano y uniforme; también, por el grano de color negro; igualmente, se tiene un volumen de rendimiento regular de 348.5 kg/ha. Por tanto, la accesión 0306 ocupó el séptimo lugar con una probabilidad de aceptación de 36.4%, donde se detalla las percepciones de cada agricultor, que señalan que tiene grano de tamaño grande y uniforme; además, es de color blanco oscuro y se tiene menor rendimiento que las otras accesiones de 241.2 kg/ha. De la misma manera, en octavo lugar está la accesión Kellu, con una probabilidad de aceptación acumulada de 27.3%, donde se detalla la percepción de agricultores, que tiene grano de tamaño grande y uniforme; asimismo, es de color amarillo claro y se obtiene menor volumen de producción que las otras accesiones en estudio (175.03 kg/ha).

Finalmente las accesiones 0334 y 0610 ocuparon el noveno puesto y último lugar en el orden de preferencias, con una probabilidad de aceptación de 10%. Asimismo, se percibe de los agricultores que la accesión 0610 tiene granos pequeños y poco uniforme; también, la accesión 0334 tiene grano mediano y uniforme, las dos accesiones son de color blanco oscuro y tienen un volumen de producción muy bajo de 232.55 y 126.65 kg/ha respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos, y obtenidos los resultados en este estudio, permite las siguientes conclusiones:

- Las accesiones de quinua que presentaron una germinación al 50%, antes que las otras accesiones desde el momento de la siembra, correspondieron a las accesiones 0501, 0306, Kellu, 1270, 1354, 0334 y 0610 con 11.50, 11.75, 11.75, 12.00, 12.00, 12.00 y 12.00 días en promedio, y la accesión que germinó muy tardíamente correspondió a la accesión 0622 con 24.25 respectivamente.
- Para la variable días a la floración, se evidencia una mejor floración de las accesiones 1270, 1354, 0383, 0501, 0513 y Kellu, con 120.00, 120.50, 120.75, 120.75, 121.25 y 121.50 días en promedio, frente a la accesión 0306 que alcanzó una floración muy tardía que otras a los 146.25 días en promedio respectivamente.
- Respecto a la variable días a madurez fisiológica, la accesión que presentó su precocidad a corto tiempo a su madurez fue la accesión Kellu a los 169.00 días en promedio, y las accesiones que llegaron muy tardío a su estado de madurez comprendieron las accesiones 0334 y 0306 con 195.00 y 194.50 días en promedio proporcionalmente.
- En la variable altura de la planta se obtiene como el de mayor altura a las accesiones 0306, 0334 y 0610 con 77.4, 74.75 y 71.97 cm en promedio respectivamente, esto por las características genéticas y factores ambientales de la región; en tanto, la accesión Kellu obtuvo una menor altura por no adaptarse a condiciones climáticas de la zona.
- Se obtuvo mayor longitud de la panoja la accesión 1354 con un valor de 44.45 cm, respecto a las demás accesiones; además, la accesión Kellu con 20.44 cm es la medida más bajo; considerando, que esta accesión llegó a la madurez muy rápido.
- Para la variable diámetro de la panoja, se evidencia una mejor conformación en el desarrollo de la panoja en las accesiones 0610, 0306 y 0513 con promedios de 6.70, 6.32 y 6.05 respectivamente, frente a la accesión Kellu con 3.94 cm, que no tuvo una buena conformación en el diámetro de la panoja.
- Para el variable peso de 1000 granos se evidencio que la accesión 1270 obtuvo el mejor peso, frente a las otras accesiones que obtuvieron pesos muy bajos.

- El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas en el rendimiento de las 10 accesiones de quinua, los de mayor producción fueron: Las accesiones 0383, 0513 y 1354 con rendimientos de 759.63, 756.73 y 692.13 kg/ha respectivamente, y como ultimo la accesión 0334 con un promedio en rendimiento de 126.65 kg/ha. Y en concordancia con la evaluación participativa en la fase de la floración y grano en post-cosecha realizada por los agricultores, determinaron que las accesiones 0383, 0513 y 1354 fueron las más preferidas con 53 (1º lugar), 51(2º lugar) y 45 (4º lugar) puntos en total con la evaluación absoluta en la fase de floración, y con 81.8% (2º lugar), 90.9% (1º lugar) y 72.7% (3º lugar); asimismo, la menor preferida fueron las accesiones 0622 y 0334, la cual en la evaluación técnica en rendimiento mostraron las más bajos con 324.8 y 126.65 kg/ha.
- La clasificación de 11 agricultores a la etapa de la floración mediante la evaluación absoluta, la accesión 0383 fue catalogada en primer lugar con un valor de 53 puntos, lo que parece ver, que dicho accesión es buena y que ha tenido una buena constitución de la planta, seguida de la accesión 0513 con un valor de 51 puntos, y las accesiones 0622 y Kellu con un puntaje de 17, los dos en último lugar no fueron apreciadas por los productores.
- En la etapa de evaluación post-cosecha, la accesión preferida por los agricultores evaluadores mediante la técnica de orden de preferencias fue la accesión 0513, el criterio que parece como más importante por sus características de grano mediano y uniforme, de color blanco oscuro y mayor rendimiento, seguida de la accesión 0383, luego de accesión 1354.

## 6. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados y conclusiones obtenidas en este estudio, con las evaluaciones técnicas y participativas, sobre la cual me concedo dar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda continuar con la evaluación de las características fenológicas y agronómicas en otras partes de esta región, con las accesiones de la quinua 0513, 0383 y 1354, las cuales presentaron buenas características agronómicas para la zona del Altiplano Norte de La Paz (Kallutaca).
- Se recomienda realizar investigaciones sobre la siembra en diferentes épocas, con las accesiones seleccionadas en presente estudio, las accesiones 0513, 0383 y 1354; asimismo, la densidad de siembra. Porqué, estas accesiones presentaron un buen rendimiento.
- Se recomienda realizar la obtención de grano de las accesiones 0513, 0383 y 1354 para la multiplicación en la región del Altiplano Norte de La Paz; ya que tuvieron un buen comportamiento en la producción de grano.
- De la misma manera, se recomienda realizar estudios con la aplicación de diferentes niveles o dosis de abono en las accesiones 0513, 0383 y 1354; de la misma forma, realizar estudios en rotación de cultivos con las mismas accesiones ya antes descritas, por sus características auténticos que presentó cada accesión recomendada.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aitken, J. 1986. Manual agrícola. Potosí, BO. WAYAR y SOUX. p. 111 - 112.
- Alanoca, C; Mamani, A. 2013. Introducción de tres variedades de quinua en dos comunidades del municipio de Patacamaya, Altiplano Central, Bolivia. Revista Científica de Investigación INFO - INIAF. 1(1): 47 - 53.
- Alanoca, C; Guzman, D; Lutino, S; Iquize, E. 2013. Evaluación de la germinación de accesiones de banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del Estado Plurinacional de Bolivia. Revista Científica de Investigación INFO - INIAF. 2(1): 23 - 28.
- Alegría, S. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la quinua en dos épocas y dos espaciamientos de siembra en el Altiplano Central. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 105 p.
- Álvarez, Z; Tusa, E. 2008 - 2009. Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial. Ibarra, EC. Universidad Técnica del Norte. 122 p.
- Aliaga, S. 2007. Evaluación participativa con enfoque de género sobre los usos, restricciones y oportunidades de la quinua *Chenopodium quinoa* Willd. En seis comunidades de municipio de Sica Sica. Bolivia - Quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Bioersivity International. 2007: 29 - 36.
- Anduaga, J. 2000. Métodos participativos e integrales en la investigación agraria para el desarrollo alternativo. Lima, PE. IICA. p. 6-15.
- Apaza, V; Rodríguez, D; Mujica, A; Canahua, A; Jacobsen, E. 2006. Producción de quinua de calidad. Puno, PE. INIA. 14 p.
- Aroni, J; Cayoja, M; Laime, M. 2009. Situación actual al 2008 de la quinua real en el altiplano sur de Bolivia. Oruro, BO. Fundación FAUTAPO. 172 p.
- Ashby, J. 1992. Destrezas de comunicación para realizar evaluación con productores. Cali, CO. CIAT. 13 p.

- Ashby, J. 1991. Manual para la evaluación de tecnología con productores. Cali, CO. CIAT. 102 p.
- Baudoin, F. 2009. Evaluación y perspectivas del mercado de semillas certificadas de quinua en la región del salar de Uyuni en el Altiplano Sur de Bolivia. Paris, FR. AgroParisTech. 35 p.
- Bellon, M. 2002. Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: manual para científicos que trabajan con agricultores. México. CIMMYT. 96 p.
- Brenes, E; Crespo, F; Madrigal, K. 2001. El *cluster* de quinua en Bolivia: diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Bolivia. INCAE. 54 p.
- Biodiversity International. 2013. Descriptores para quinua y sus parientes silvestres. Roma, IT. 64 p.
- Bonifacio, A. 1999. Aspectos agrícolas y de mejoramiento de la quinua en Bolivia; En memorias: Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. Lima, PE. s.p.
- Brkic, M; García, A. 2013. Un cultivo ancestral para apuntalar el futuro. Alimentos Argentinos. 2013: 14-21.
- Calzada, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3 ed. Lima, PE. JURIDICA. p. 156-206.
- Camacho, S. 2009. Manual técnico: cultivo de quinua orgánica. Huancavelica, PE. AGRORURAL. (10 p.).
- Castillo, E. 2010. Caracterización agronómica y morfológica del germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) en Cruz de Perezán, Cantón Chillanes, Provincia Bolívar. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. p. 36.
- Cauthin, M. s.f. Quinua grano de oro: año internacional de la quinua. Bolivia. MDRyT. s.p.

- CEDLA (Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, BO). 2013. Cultivo de la quinua y producción capitalista en las comunidades del Altiplano sur de Bolivia. *Control Ciudadano*. 10 (22): 1-8.
- CIRF (Concejo Internacional de Recursos Filogenéticos, IT). 1981. Descriptores de quinua. Roma, IT. s.e. 17 p.
- Chambilla, C. 2009. Manejo del cultivo de quinua: (altiplano central y norte) (diapositiva). Bolivia. PROINPA. 14 diapositivas.
- Chungara, A. 2000. Evaluación y selección para tolerancia a la sequía de 60 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del germoplasma de la zona andina. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Oruro, BO. Universidad Técnica de Oruro. 112 p.
- Congreso Científico de Quinua. (2013, La Paz, BO). 2013. (Memoria). Ed. Vargas. La Paz, BO. 1 Disco Compacto, 8 mm.
- Danielsen, S; Ames, T. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona Andina; manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 13 p.
- Delgado, A; Palacios, J; Betancourt, C. 2009. Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). *Agronomía Colombiana*. 27(2): 159-167.
- Dion, H. 1954. La agricultura en el altiplano boliviano. 2 ed. Roma, IT. FAO. 53 p.
- DRA (Dirección Regional Agraria, PE). 2012. Siembra de la quinua. Puno, PE. Agencia Agraria Salcedo. 4 p.
- El Diario. 2015. Exportación boliviana de quinua cae en 42.5%. La Paz, BO, oct. 22:2.
- Estrada, R. 2012. Importancia del cultivo de quinua hacia el año internacional 2013 (diapositiva). Perú. INIA. 95 diapositivas.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, IT); ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración, CL). 2014. Santiago, CL. 46 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, IT). 2013. Un futuro sembrando hace miles de años (en línea). Roma, IT. Consultado 20 dic. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/use/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, IT). 2013. Requerimientos del cultivo de quinua (en línea). Roma, IT. Consultado 20 dic. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/cultivation/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, CL). 2012. Año internacional de la quinua 2012: un futuro sembrado hace miles de años. Santiago, CL. (4 p.).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, BO). 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Bolivia. PROINPA. 58 p.
- Flores, J; Chilquillo, M; Cusiado, G; Pujaico, G; Alanya, Y; Chávez, V; Sarmiento, R; Risco, A. 2010. Programa modular para el manejo técnico del cultivo de quinua. Perú. SOLID OPD. 74 p.
- Fisel, U. 1989. Huaraco: una comunidad campesina en el altiplano central de Bolivia; observaciones sobre plantas, tierra y vida de la gente. Ecología en Bolivia. no.14:35-72.
- Fonturbel, F. 2005. Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* W. (Chenopodiaceae), debida a la presencia de las saponinas, La Paz, BO. 10 p.
- Gabriel, J; Luna, N; Vargas, A; Magne, J; Angulo, A; La Torre, J; Bonifacio, A. 2013. Quinua de valle (*Chenopodium quinoa* Willd.): fuente valiosa de resistencia genética al mildiu (*Peronospora farinosa* Willd.). J Selva Andina Res Soc. 3(2): 27-44.
- Gandarillas, H. 1982. El cultivo de la quinua .La Paz, BO. MACA/SNAG/IBTA. p. 12-18.

- Gandarillas, H; Bonofacio, A. 1991. Herencia de tiempo de madurez, altura de planta y tamaño del grano en la quinua. VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, BO. p. 3-10.
- Gandarillas, H. 1979. Historia y distribución geográfica, botánica, genética y origen: en Quinua y Kañiwa Cultivos Andinos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Bogotá, CO. p. 20-64.
- Gómez, L; Eguiluz, A. 2011. Catálogo de banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Lima, PE. UNALM. 183 p.ç
- Gutierrez, J. 2003. Evaluación de ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 110 p.
- Hogares Juveniles Campesinos, CO. 2002. Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá, CO. Quebecor World Bogotá. p. 959
- Ibañez, V. 2000. Aplicaciones estadísticas en ganadería. Puno, PE. Universitaria. 138 p.
- IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2012. Quinua en Bolivia. Boletín Electrónico Bisemanal. no.179: 1.
- IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, BO). 1997. Catálogo del banco de germoplasma de quinua de la Estación Experimental de Patacamaya. La Paz, BO. p. 1-28.
- IBTA(Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, BO). 1996. Catálogo de variedades mejoradas y recomendaciones para producción y uso de semilla certificada. Secretaria Nacional de Agricultura y Ganadería. La Paz, BO. s.p.
- IGM (Instituto Geográfico Militar, BO). 2005. Mapa turístico del departamento de La Paz. La Paz, BO. s.p.
- INIA (Instituto de Investigación Agropecuaria, CL). 2014. Programa nacional de recursos fitogenéticos (en línea). Chile. Consultado 17 dic. 2014. Disponible en <http://www.inia.cl/recursosgeneticos/glosario/>

- INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, BO). 2013. Potosí es el segundo productor de quinua (en línea). Potosí, BO. Consultado 20 jul. 2014. Disponible en <http://www.elpotosi.net/2013/04/09/2.php>
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2014. Estadísticas agropecuarias 2002-2003. (en línea). La Paz Bolivia. Consultado 20 jul. 2014. Disponible en <http://www.ine.gov.bo/estadisticasagropecuarias.htm>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1999. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y el CATIE. 4 ed. Turrialba, CR. Biblioteca Conmemorativa Orton. 36 p.
- Jaldín, R. 2010. Producción de quinua en Oruro y Potosí. La Paz, BO. Fundación PIEB. p. 12-13.
- Jaya, E. 2010. Evaluación del potencial nutritivo y nutracéutico de donas elaboradas con una mezcla de harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y harina de trigo (*Triticum vulgare*). Tesis para optar el grado de Bioquímico Farmacéutico. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 107 p.
- La Razón, 2013. Bolivia supera al Perú por segundo año en cosecha de la quinua (en línea). La Paz, BO. Consultado 2 dic. 2013. Disponible en [http://www.la-razón.com/economía/Bolivia-Perú-segundo-cosecha-quinua\\_0\\_1936006499.html](http://www.la-razón.com/economía/Bolivia-Perú-segundo-cosecha-quinua_0_1936006499.html)
- León, J. 2003. Cultivo de la quinua en Puno - Perú: descripción, manejo y producción. Puno, PE. UNA. 62 p.
- López, T. 2010. Evaluación agronómica de diez y siete genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de grano oscuro. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 62 p.
- MA (Ministerio de Agricultura, PE). 2013. Quinua: principales aspectos de la cadena agroproductiva. Lima, PE. Dirección de Información Agraria. 27 p.
- MA (Ministerio de Agricultura, PE). 2012. Abonamiento en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*). Agro Rural. 2012: 1-2.

- MA (Ministerio de Agricultura, PE). 2012. Quinoa: un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. Lima, PE. Dirección de Información Agraria. (6 p.)
- MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, BO); CONACOPROQ (Concejo Nacional de Comercializadores y Productores de Quinoa, BO). 2009. Política nacional de la quinoa. La Paz, BO. 134 p.
- MDPEP (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, BO). 2010. Perfil productivo quinoa y derivados. La Paz, BO. PROMUEVE. 8 p.
- Medrano, A; Torrico, J. 2009. Consecuencias del incremento de la producción de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano sur de Bolivia. Journal de Ciencia y Tecnología Agraria. 1 (4): s.p.
- Miralles, D; Windauer, L; Gómez, N. 2004. Fisiología del rendimiento y la calidad: factores que regulan el desarrollo de los cultivos de granos. Buenos Aires, AR. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. 783 p.
- Monteros, A. 1996. Estudio de la variación morfológica e isoenzimática de 78 entradas de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) "Santa Catalina" - INIAP. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Quito, EC. Universidad Central de Ecuador. p. 30-32.
- Mock, M; Narbona, J. 2013. Informe de sector: el cultivo de la quinoa en Bolivia. Bolivia. 8 p.
- Mujica, A; Jacobsen, S. 2006. La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. 2006: 449-457.
- Mujica, A; Ortiz, R; Bonifacio, A; Saravia, R; Corredor, G; Romero, A. 2006. Informe final proyecto quinoa: cultivo multipropósito para los países andinos. Lima, PE. PNUD. 237 p.
- Mujica, A; Jacobsen, S; Izquierdo, J; Marathe, J. 2004. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. 2da edición. Santiago, CH. 361 p.

- Mullo, A. 2011. Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) a tres tipos de abonos orgánicos, con tres niveles de aplicación, bajo el sistema de labranza mínima, en la comunidad, Chacabamba Quishuar, Provincia de Chimborazo. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. p. 18 - 56.
- Muños, M. 2013. Quinua: ¿empresarial o de autoconsumo?. Oficina de Estudios y Políticas agrarias. 2013: 1-6.
- Ochoa, R. 2009. Diseños experimentales. La Paz, BO. p. 59-72.
- Pacheco, A. 2004. Quinua en Bolivia: modelo sistémico para el análisis y diagnóstico de la producción. La Paz, BO. Plural Editores. 210 p.
- Pagina Siete. 2015. También confirma el liderazgo como productor mundial de quinua a Perú (en línea). La Paz, BO. Consultado 26 de ago. 2015. Disponible en: <http://www.paginasiete.bo/economia/2015/3/2/peru-primer-exportador-quinua-desplaza-bolivia-48795.html>
- Padilla, M. 2013. Evaluación del efecto de promotores de crecimiento en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) bajo condiciones de abonamiento orgánico en el Altiplano Centro. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 99 p.
- Peña, X. 2007. Perfil del mercado de la quinua. La Paz, BO. CAME. 19 p.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, BO). 2009. Línea de base productiva de La Paz: información estadística sobre la producción de quinua. La Paz, BO. GADLP. 6 p.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal, BO). 2006 – 2010. Gobierno Municipal de Laja. La Paz, Bo. Luis Iturry. s.p.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2011. La quinua orgánica: estrategia de manejo integrado de cultivo. Bolivia. 8 p.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2005. Variedad de quinua “kurmi”. Ficha Técnica. no. 12: 1-4.

- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2004. Estudio de los impactos sociales, ambientales y económicos de la promoción de la quinua en Bolivia. La Paz, BO. Wilfredo Rojas. 86 p.
- PROINPA (Promoción e investigación de Productos Andinos, BO). 2004. Catálogo de Quinua real. Fundación Mc Knight, MACIA - SINARGEAA.s.p.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2002. Cómo escoger técnicas para evaluar alternativas tecnológicas con la participación de agricultores. Ficha Técnica. no. 7: 1-4.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). s.f. Catálogo de quinua real. Cochabamba, BO. s.p.
- Priscila, N. 2002. Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos fitogenéticos. San Salvador, SV. REMERFI. 80 p.
- Puldón, V. 2006. I curso de capacitación en mejoramiento genético en arroz. La Habana, CU. II Arroz. 10 p.
- Quino, E. 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con abonamiento de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo en el Altiplano Central. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 98 p.
- Reyes, E; Ávila, D; Guevara, J. 2006. Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina. Avances de Investigación en Ingeniería. no. 5: 87-97.
- Riquelme, M. 1998. Comportamiento agronómico de 8 líneas precoces de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd.) bajo tres épocas de siembra en el Altiplano central. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 104 p.
- Rivera, E. 2012. Principios para citar, parafrasear y resumir: como evitar plagio accidental. (diapositiva). Puerto Rico. Biblioteca Monserrate Santana de Palés. 40 diapositivas.

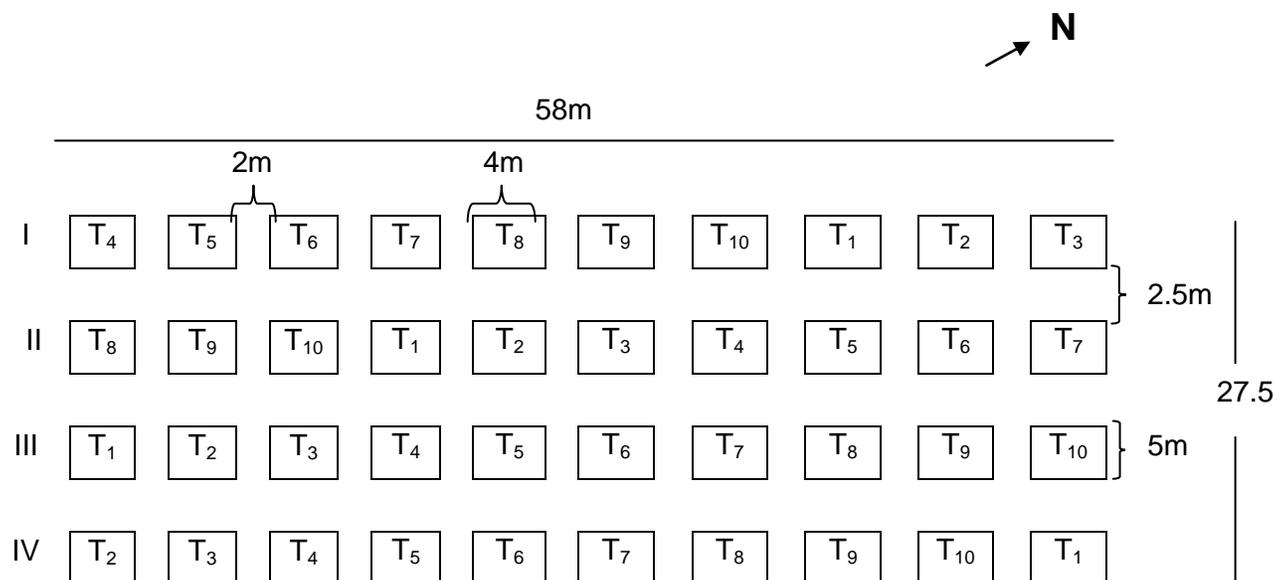
- Roa, S; Gómez, N; Lozada, V; Vargas, A. 2002. Identificación de problemas prioritarios en las comunidades rurales mediante diagnósticos participativos. *Geoenseñanza*. 7: 30-37.
- Rodriguez, J; Barrientos, E. 2009. Hacia el diseño de un seguro agrícola para el altiplano Boliviano: caso de estudio de cultivo de quinua, altiplano sur. Potosí, BO. 11 p.
- Rodriguez, J. 2005. El papel de tamaño de semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra. Tesis de Grado para optar Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 109 p.
- Rojas, W; Pinto, M. 2014. La diversidad genética de quinua de Bolivia. La Paz, BO. PROINPA. 16 p.
- Rojas, W. 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis de Magíster en Ciencias Vegetales. Valdivia, CH. Escuela de graduados. Universidad Austral de Chile. 209 p.
- Romero, B. 1990. Semillas, biología y tecnología. España. Ediciones Mundi - Prensa. s.p.
- Romo, S; Rosero, A; Forero, C; Ceron, E. 2006. Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W) variedad piartal en los andes colombianos primera parte. *Facultada Ciencias Agropecuarias* 4(1): 112-125.
- Salguero, E. 2009. La incidencia de la inversión pública municipal en los ingresos del sector agropecuario del Gobierno Municipal de Laja periodo 1994 - 2007. Tesis para optar el grado de Licenciatura en Economía. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. p. 46 -116.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, BO). 2008. Información meteorológica anual. La Paz, BO. s.p.
- SEPHU (Sociedad Española de Productos Húmicos). 2010. Cultivo de la quinua orgánica (*Chenopodium quinoa* Willd): el grano dorado tesoro de los quechuas y aymaras. *Noticias SEPHU*. no.51: 1-19.

- SESAN (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutrición, GT). 2013. Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinoa. Guatemala. 61 p.
- Silveti, R; Condori, D; Mamani, V. 2012. Evaluación de cuatro especies andinas papa, quinua, haba y avena: utilizando fertilizantes orgánicos, orina humana tratada y humus ecosan comunidad villa andrani, municipio de el alto. Fundación Sumaj Huasi y Asociación APAINTI. Junio. 2011: 1-34.
- Soraide, D. 2011. La quinua real en el altiplano sur de Bolivia. Bolivia. FAUTAPO. p. 19.
- Soto, J; Rojas, W; Pinto, M. 2004. Cultivando y comercializando granos andinos. LEISA Revista de Agroecología. Jun. 2004: 35-36.
- Suquilanda, M. 2010. Producción orgánica de cultivos andinos. Cotopaxi, EC. UNOCANC. p. 100-117.
- Tambo, R. 2010. Nociones de agricultura. La Paz, BO. 130 p.
- Tapia, M; Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. Lima, PE. FAO y ANPE. p. 74-88.
- Tapia, M. 1990. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Perú. FAO e INIAA. p. 40 - 58.
- Teran, E. 2010. Proyecto de factibilidad para la producción y exportación de quinua orgánica al mercado de Francia. Ing. en Comercio Exterior, Integración y Aduanas. Quito, EC. Universidad Tecnológica Equinoccial. p. 10-25.
- Thomet, M; Sepúlveda, J. 2005. Experiencia de investigación participativa en la recuperación de la kinwa mapuche. Chile. CENTUR. 28 p.
- Torrez, M; Guzman, A; Carvajal, R. 2002. Valoración nutricional de 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del altiplano boliviano. BIOFARBO. 10: 55-60.
- UNSCH (Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga, PE). 2012. Manual de nutrición y fertilización de la quinua. Ayacucho, PE. FUNART. 23 p.
- Vargas, M. (Ed). 2013. Congreso científico de la quinua. (Memorias). La Paz, BO. 682 p.; 21,5 cm.

- Veramendi, S; Bonifacio, A; Cadima, X; Rojas, W. 2013. Caracterización de la diversidad genética de la colección boliviana de quinua, utilizando microsatélites. Congreso Científico de la Quinua. Jun. 2013: 1-11.
- Vilela, E; Candeira, A. 1994. Principios genéticos para recursos genéticos: curso de conservación de germoplasma. Brasilia, BR. EMBRAPA. 20 p.
- Yana, R. 2005. Diagnostico participativo sobre usos, restricciones y oportunidades de quinua *Chenopodium quinoa Willd.* en tres comunidades de municipio de Pucarani. Bolivia - Quinua *Chenopodium quinoa Willd.* Bioversity International. 2005: 23 - 28.
- Yzarra, W; López, F. 2012. Manual de observaciones fenológicas. Perú. MA. p. 27.
- Zamora, S. 2013. La quinoa en la industria de alimentos: nutritivo por naturaleza (diapositiva). s.l. ANDEAN VALLEY. 14 diapositivas.

## **8. ANEXOS**

### Anexo 1. Croquis del experimento



**Tratamientos : 10 (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>10</sub>)**

**Bloques : 4 (I, II, III y IV)**

Área total	1595 m <sup>2</sup>
Área aprovechable	800 m <sup>2</sup>
Área no aprovechable	795 m <sup>2</sup>
Área de cada Unidad Experimental	20 m <sup>2</sup>
Área total en sus cuatro bloques para cada cultivar	80 m <sup>2</sup>
Total de Unidades Experimentales en ensayo	40
Distanciamiento entre surcos	40 cm
Distanciamiento entre plantas	20 cm
Nº de surcos por Unidad Experimental	9 surcos
Nº de plantas por surco	24 plantas
Nº de plantas por cada Unidad Experimental	216 plantas

**Anexo 2. Lista de los agricultores participantes en la evaluación participativa**

Nº	Nombre y Apellidos	Lugar de Nacimiento	Sexo	
			Masculino	Femenino
1	Mario Siñani Condori	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.	X	
2	Luciano Quispe Choque	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.	X	
3	Luis Quispe Poma	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.	X	
4	Ericka Quispe Siñani	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.		X
5	Rufo Mamani	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.	X	
6	Adela Quispe Choque	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.		X
7	Nieves Choque Siñani	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.		X
8	Juana Fortunata Siñani	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.		X
9	Revero Justo Mamani	La Paz, Provincia Omasuyo, 2º Sección de Ancoraimas, Comunidad de Macamaca.	X	
10	Elisa Quispe Siñani	La Paz, Provincia Murillo, 3º Sección de Achocalla, Comunidad de Uncura.		X
11	Hilda Chino Aruquipa	La Paz, Provincia Omasuyo, 2º Sección de Ancoraimas, Comunidad de Sunturuta.		X

### Anexo 3. Formato de evaluación absoluta

#### FORMATO DE EVALUACIÓN ABSOLUTA

Cultivo:.....

Entrevistador:..... Lugar:.....

Agricultor:..... Fecha.....

TRATAMIENTOS	ACCESIONES DE QUINUA	PUNTAJE		
		 MALO= 1 ¿Por qué?	 REGULAR= 3 ¿Por qué?	 BUENO= 5 ¿Por qué?
T-1	Kellu			
T-2	501			
T-3	622			
T-4	383			
T-5	1354			
T-6	513			
T-7	1270			
T-8	334			
T-9	306			
T-10	610			



**Anexo 5. Ilustraciones de las actividades de campo realizado en Centro Experimental de Kallutaca, respecto de las 10 accesiones de la quinua en estudio**



**Foto 1. Roturado de la parcela experimental con tractor agrícola de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto (UPEA)**



**Foto 2. Delimitación y trazado de la parcela experimental**



**Foto 3. Accesiones de la quinua del estudio**



**Foto 4. Siembra de las 10 accesiones de la quinua en la parcela experimental**



**Foto 5. Evaluación de las 10 accesiones de la quinua en estudio para la variable días a la emergencia**



**Foto 6. Desmalezado de las hierbas en las 10 accesiones de la quinua en los 4 bloques del experimento, más los pasillos**

**Foto 7. Presencia de plagas y enfermedades en campo experimental en menor escala en las 10 accesiones de la quinua, como la presencia de ticona y mildiu de la quinua**



**Foto 7.1. Presencia de ticona**



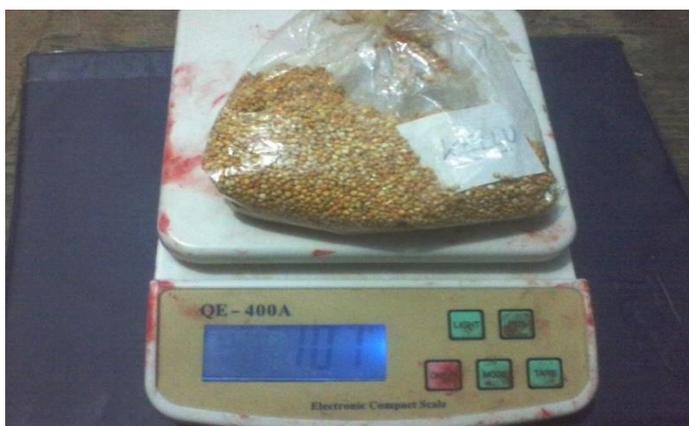
**Foto 7.2. Presencia de mildiu de la quinua**



**Foto 8. Evaluación de las variables de respuestas de las 10 accesiones de la quinua**



**Foto 9. Cosecha, traslado y secado de las 10 accesiones de la quinua**



**Foto 10. Medida de peso con la balanza de las 10 accesiones de la quinua**



**Foto 11. Evaluación participativa en la fase de la floración de las 10 accesiones de la quinua**



**Foto 12. Evaluación participativa en la fase post-cosecha de las 10 accesiones de la quinua**

### Anexo 6. Fase fenológica del cultivo de la quinua

Emergencia	Cuatro hojas verdaderas	Ramificación	Floración	Grano pastoso
Aparecen las dos hojas cotiledónales en superficie del suelo.	Se observa dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledónales, de color verde.	Se nota ocho hojas verdaderas extendidas. Las hojas cotiledónales se caen y dejan cicatrices en el tallo.	Se abren las primeras flores de la parte apical de la panoja.	Los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco.
Dos hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Panoja	Grano Lechoso	Maduración
Aparecen dos hojas verdaderas extendidas	Se aprecian tres pares de hojas verdaderas extendidas, las hojas cotiledónales se tornan de color amarillento.	Emergen las primeras panojas para luego sobresalir con claridad por encima de las hojas de la planta.	Los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.	Todas las partes de la planta están secas; los granos al ser presionados presentan resistencia.

Fuente: (Yzarra y López, 2012)

### Anexo 7. Valor nutricional de la quinua en comparación con otros cultivos

Alimentos	Energía	Proteínas	Grasa	Carbohidratos	Calcio	Fosforo	Hierro	Vitamina A
Medida	Kcal	Gr.	Gr.	Gr.	Mcg.	mgr.	Mgr.	Mgr.
Carne	140	20.21	6.26	0.82	12.3	189.7	3.70	6.09
Mantequilla	718	1.31	76.06	11.51	18.00	24.00	0.30	189.00
Huevo	132	13.52	7.50	2.49	74.00	161.00	3.40	134.00
Leche	60	60.00	2.86	4.62	195.8	96.60	0.30	15.90
Queso	365	25.16	26.7	6.03	482.41	305.96	0.7	112.7
Sésamo	598	-----	-----	-----	950.8	591.70	10.00	-----
Lenteja	357	24.06	0.87	63.26	67.00	3.56	3.76	0.00
Poroto	350	22.02	1.04	63.11	118.25	254.9	8.845	9.2
Trigo	353	12.40	1.59	72.34	55.60	237.30	3.68	0.00
Amaranto	383	13.20	7.00	76.50	249.30	459.00	6.60	0.00
Cañahua	352	14.06	3.88	65.15	128.20	361.00	12.80	0.00
Maca	372	18.10	7.59	-----	475.00	189.90	31.70	0.00
<b>Quinua</b>	<b>374</b>	<b>12.46</b>	<b>6.32</b>	<b>66.91</b>	<b>119.30</b>	<b>275.20</b>	<b>5.70</b>	<b>0.00</b>

Fuente: (Ministerio de Salud y Deportes, citado por MDPEP, 2010)