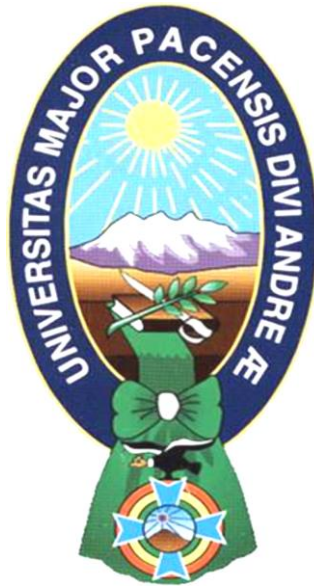


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LA DEHISCENCIA DE GRANOS DESDE LA ANTESIS HASTA LA
MADUREZ FISIOLÓGICA EN SEIS CULTIVARES DE CAÑAHUA (*Chenopodium
pallidicaule* Aellen) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA,
PROVINCIA INGAVI, LA PAZ**

MÁXIMO ARO ALANOCA

La Paz – Bolivia

2015

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA DEHISCENCIA DE GRANOS DESDE LA ANTESIS HASTA LA
MADUREZ FISIOLÓGICA EN SEIS CULTIVARES DE CAÑAHUA (*Chenopodium
pallidicaule* Aellen) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA,
PROVINCIA INGAVI, LA PAZ**

Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

MÁXIMO ARO ALANOCA

Asesores:

Ing. Ph. D. Carmen del Castillo Gutiérrez

Ing. M.Sc. Juan Pablo Rodríguez Calle

Tribunal de Revisores

Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ing. M.Sc. Edwin Yucra Sea

Ing. Carlos Mena Herrera

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

La Paz - BOLIVIA

2015

DEDICATORIA

*A mi padre Fermín Aro, amigo incondicional y consejero de la vida
A mi madre Antonia Alanoca, y
A mi esposa Alejandra por su apoyo y paciencia en todo momento
Gracias.*

AGRADECIMIENTOS

Al amigo y guía que me acompaña siempre, durante toda la vida: Dios.

Mi sincero agradecimiento al proyecto, de Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía “ANDESCROP”, me proporcionó las facilidades técnico – científicas para la ejecución de este estudio, concediéndome una beca – tesis.

Al Ing. M.Sc. Juan Pablo RODRIGUEZ CALLE, por el asesoramiento, guía y los sabios consejos proporcionados en la elaboración del perfil, en el trabajo de campo, la redacción del documento final y la facilitación del material bibliográfico, además de su amistad brindada, más que un hermano y su ímpetu de apoyo.

A la Ing. M.Sc. Carmen DEL CASTILLO, por el asesoramiento y consejos en la elaboración del perfil, correcciones y recomendaciones hechas durante el trabajo de tesis hasta la conclusión de la misma, además de su apoyo.

Asimismo, agradecimiento y mi gratitud al Ing. Rubén TRIGO Coordinador del proyecto “ANDESCROP” y al Ing. Justina, por darnos la oportunidad del trabajo de tesis, la conclusión del documento final y por compartirme sus conocimientos y experiencias.

Al tribunal revisor compuesto por el Ing. M.Sc. Paulino RUIZ, Ing. M.Sc. Edwin YUCRA e Ing. Carlos MENA por la revisión, corrección y las sugerencias realizadas con el fin de mejorar la presentación del documento final.

Al personal técnico, administrativo y trabajadores de la Estación Experimental de Choquenaira de la Facultad de Agronomía-UMSA, por la colaboración brindada durante mi permanencia en dicho centro de investigación.

A los docentes y administrativos de la Facultad de Agronomía-UMSA, por las enseñanzas impartidas durante mi permanencia en esa casa superior de estudios.

A los amigos y compañeros de la Facultad de Agronomía, por la amistad, el apoyo, la colaboración y la confianza demostrada hacia mi persona durante mi formación profesional y todas aquellas personas que me colaboraron de una o alguna otra forma.

Muchas Gracias, que Dios los cuide.

INDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE CUADRO.....	vi
ÍNDICE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	El origen del cultivo de la cañahua.....	4
2.2	El cultivo de cañahua en Bolivia.....	5
2.3	Características generales del cultivo.....	5
2.3.1	Características morfológicas de la cañahua	5
2.3.2	Clasificación taxonómica.....	7
2.3.3	Fases fenológicas del cultivo de cañahua.....	7
2.3.4	Ciclo vegetativo de la cañahua	8
2.4	Importancia de la cañahua	8
2.5	Los usos de la cañahua	10
2.6	Requerimientos de clima y suelo.....	10
2.6.1	Clima.....	10
2.6.2	Suelo.....	11
2.7	Siembra.....	12
2.8	Deshierbe.....	12
2.9	Cosecha	12

2.9.1	Época de cosecha	12
2.9.2	Métodos de cosecha	13
2.9.3	Trilla y limpieza de granos	14
2.9.4	Impurezas	14
2.10	Desgrane.....	14
2.11	Rendimientos	15
3.	LOCALIZACIÓN	17
3.1	Ubicación geográfica	17
3.2	Topografía	17
3.3	Temperatura y precipitación	18
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1	Materiales.....	19
4.1.1	Material vegetal.....	19
4.1.2	Material de gabinete.....	21
4.1.3	Material de laboratorio	21
4.1.4	Material de campo.....	22
4.2	Establecimiento del área experimental.....	22
4.2.1	Preparación del terreno	22
4.2.2	Delimitación del área experimental.....	22
4.2.3	Siembra	23
4.2.4	Marbeteado de plantas	23
4.2.5	Labores culturales	23
4.2.5.1	Raleo de plantas.....	23
4.2.5.2	Control de malezas	24
4.2.5.3	Registro de datos.....	24

4.2.5.4	Control de plagas y enfermedades.....	24
4.2.6	Cosecha	25
4.2.6.1	Arrancado	25
4.2.6.2	Corte con hoz.....	25
4.2.6.3	Corte con tijeras de podar.....	26
4.2.7	Trilla y limpieza del grano.....	26
4.3	Metodología de investigación	26
4.3.1	Diseño experimental	27
4.3.1.1	Factores de estudio.....	27
4.3.2	Croquis experimental	29
4.3.3	Características del campo experimental.....	29
4.4	Variables de respuesta.....	29
4.4.1	Variables fenológicas.....	30
4.4.1.1	Días a la floración.....	30
4.4.1.2	Días a la madurez fisiológica.....	30
4.4.2	Variables agronómicas	30
4.4.2.1	Altura de la planta.....	30
4.4.2.2	Número de ramas en el tallo principal.....	30
4.4.2.3	Pérdidas de grano antes de la cosecha	31
4.4.2.4	Pérdidas de grano durante la cosecha	31
4.4.2.5	Rendimiento en grano.....	32
4.4.2.6	Rendimiento en broza.....	32
4.4.2.7	Diámetro de grano.....	32
4.4.2.8	Peso de 1000 semillas.....	32
4.4.2.9	Peso volumétrico	32

5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
5.1	Condiciones climáticas.....	34
5.1.1	Temperatura.....	34
5.1.2	Precipitación pluvial.....	34
5.1.3	Velocidad de viento.....	36
5.1.4	Análisis de suelos.....	37
5.2	Variables fenológicas.....	38
5.2.1	Días a la floración.....	38
5.2.1.1	Comparación de medias entre fechas de siembra y cultivares de cañahua	38
5.2.1.2	Comparación de medias días a la floración de dos fechas de siembra ...	39
5.2.2	Días a la madurez fisiológica.....	40
5.2.2.1	Comparación de medias días a la madurez fisiológica entre fechas de siembra de seis cultivares de cañahua.....	41
5.2.2.2	Comparación de medias días a la madurez fisiológica de fechas de siembra.....	43
5.3	Variables agronómicas.....	44
5.3.1	Altura máxima de la planta.....	44
5.3.1.1	comparación de medias para altura de planta entre fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	44
5.3.1.2	Comparación de medias altura máxima de la planta en dos fechas de siembra de seis cultivares.....	46
5.3.2	Número de ramas en el tallo principal.....	48
5.3.2.1	Comparación de medias para número de ramas en el tallo principal entre fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	49
5.3.2.2	Comparación de medias número de ramas en el tallo principal en dos fechas de siembra de seis cultivares de cañahua.....	50

5.3.3	Pérdidas de grano antes de la cosecha	51
5.3.3.1	Comparación de medias en la dehiscencia de granos durante el desarrollo del grano de cañahua	52
5.3.3.2	Comparación de medias en las pérdidas de grano antes de la cosecha en dos fechas de siembra de seis cultivares	55
5.3.4	Perdidas de grano durante la cosecha	56
5.3.4.1	Comparación de medias entre métodos de cosecha en dos fecha de siembra.....	57
5.3.4.2	Comparación de medias en la perdida de granos entre cultivares y entre fecha de siembra	59
5.3.4.3	Comparación de medias en la perdida de grano durante la cosecha en dos fechas de la siembra de seis cultivares de cañahua.....	60
5.3.5	Rendimiento en grano.....	61
5.3.5.1	Comparación de Medias entre seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra	62
5.3.5.2	Comparación de medias en el rendimiento de granos por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	65
5.3.6	Rendimiento en broza.....	66
5.3.6.1	Comparación de medias en el rendimiento de broza de seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra.	67
5.3.6.2	Comparación de medias en el rendimiento de broza de dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	68
5.3.7	Diámetro de grano.....	69
5.3.7.1	Comparación de medias en el diámetro de grano entre los seis cultivares de cañahua en dos fechas de siembra.	70
5.3.7.2	Comparación de medias en el diámetro de grano por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	71

5.3.8	Peso de 1000 semillas.....	72
5.3.8.1	Comparación de medias en el peso de mil semillas entre seis cultivares de cañahua y en dos fechas de siembra	73
5.3.8.2	Comparación de medias en el peso de mil semillas por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	73
5.3.9	Peso volumétrico	74
5.3.9.1	Comparación de medias en el peso volumétrico entre seis cultivares de cañahua en dos fechas de siembra.....	75
5.3.9.2	Comparación de medias en el peso volumétrico por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	76
6.	CONCLUSIONES	77
7.	RECOMENDACIONES	79
8.	BIBLIOGRAFÍA	80

CUADROS

Cuadro 1. Componentes químicos por 100 gramos de porción comestible de grano.	9
Cuadro 2 Los cultivares de cañahua que fueron sembrados en el experimento	19
Cuadro 3 Análisis de varianza para días a la floración de cañahua.....	38
Cuadro 4 Comparación de promedios días a la floración de seis cultivares de cañahua, según la prueba de Duncan.....	39
Cuadro 5 Análisis de varianza (ANVA) de días a la madurez fisiológica de cañahua	41
Cuadro 6 Comparación de promedios de días a la madurez fisiológica de seis cultivares de cañahua, según la prueba de Duncan	42
Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura de planta de dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua	44
Cuadro 8. Comportamiento de medias de altura de planta de seis cultivares de cañahua, según la prueba de Duncan.....	45
Cuadro 9. Análisis de varianza (ANVA) para el número de ramas por planta.....	48
Cuadro 10. Comportamiento de medias número de ramas de seis cultivares	49
Cuadro 11. Análisis de varianza para las pérdidas de grano antes de la cosecha de cañahua.....	52
Cuadro 12. Comportamiento del desgrane antes de la cosecha de seis cultivares de cañahua.....	53
Cuadro 13. Análisis de varianza para las pérdidas de grano de cañahua durante la cosecha.....	57
Cuadro 14. Prueba de Duncan para promedios de las pérdidas de grano entre los diferentes métodos de cosecha	58
Cuadro 15. Comportamiento de la pérdida de granos durante la cosecha de seis cultivares	59
Cuadro 16. Análisis de varianza en el rendimiento en grano de seis cultivares de cañahua.....	62
Cuadro 17. Comparación de medias en el rendimiento de grano con respecto a los cultivares de cañahua	63

Cuadro 18. Análisis de varianza de rendimiento en braza de seis cultivares de cañahua.....	66
Cuadro 19. Comparación de medias en el rendimiento de broza en cultivares de cañahua.....	67
Cuadro 20. Análisis de varianza para el diámetro de grano por planta.....	69
Cuadro 21. Comportamiento del diámetro de grano con respecto a los cultivares de cañahua.....	70
Cuadro 22. Análisis de varianza para peso de 1000 semillas de seis cultivares.....	72
Cuadro 23. Comportamiento de significancia peso de mil semillas de seis cultivares de cañahua.....	73
Cuadro 24. Análisis de varianza para el peso volumétrico de seis cultivares.....	75
Cuadro 25. Comportamiento de significancia peso volumétrico de seis cultivares de cañahua.....	75

FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización de la Provincia Ingavi.....	17
Figura 2. Croquis experimental del campo	29
Figura 3. Trampas recolectoras de grano en el desgrane	31
Figura 4. Temperatura registrada durante gestión 2012 – 2013 (SENAMHI, 2013) ..	34
Figura 5. Precipitación pluvial registrada durante la gestión de estudio (SENAMHI, 2013)	35
Figura 6. Precipitación Pluvial de máximas y mínimas registradas durante el periodo de estudio (SENAMHI, 2013).....	36
Figura 7. Velocidad de viento máxima y mínima registrada durante el periodo de estudio (SENAMHI, 2013)	36
Figura 8. Distribución porcentual de los componentes de la textura del suelo de la parcela experimental	37
Figura 9. Días a la floración en dos fechas de siembra	40
Figura 10. Días a la madurez fisiológica de seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra.....	43
Figura 11. Altura de Planta de seis cultivares de Cañahua en el Centro Experimental de Choquenira	46
Figura 12. Comportamiento de la altura de planta en el ciclo vegetativo, de seis cultivares de cañahua y dos fechas de siembra	48
Figura 13. Número de ramas en el tallo principal de seis cultivares de cañahua	51
Figura 14. Perdidas de grano antes de la cosecha en dos fechas de siembra de seis cultivares de cañahua	56
Figura 15. Pérdidas de grano (kg/ha) durante la cosecha en seis cultivares de cañahua.	61
Figura 16. Rendimiento de grano (kg/ha) de dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.....	65
Figura 17. Comparación de media en el rendimiento de broza en las dos fechas de siembra en cultivares de cañahua.	69
Figura 18. El diámetro de granos de seis cultivares de cañahua	71

Figura 19. El peso de mil semillas de seis cultivares de cañahua.....	74
Figura 20. Comparación de peso volumétrico de seis cultivares de cañahua en dos fechas de siembra	76

RESUMEN

El presente trabajo de “Evaluación de la dehiscencia de grano desde la antesis hasta la madurez fisiológica de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental de Choquenaira Viacha”, fue realizada en gestión agrícola de noviembre 2012 a mayo 2013.

Los objetivos propuestos para la realización de este trabajo fueron: evaluar el comportamiento de los seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra, bajo las condiciones agroclimáticas, además la determinación de la dehiscencia de grano antes de la madurez fisiológica y Comparar las pérdidas de granos empleándose por tres métodos de cosecha.

El material vegetal de estudio, fue conformado por seis cultivares de cañahua, de acuerdo a las características, el tipo de crecimiento y material vegetal prosperada fueron: cuatro cultivares de tipo Lasta de Illimani, Kullaca, Warikunca y Umacutama y de tipo de crecimiento Saihua L-300 y Akapuya. Se evaluaron las variables, la altura máxima, pérdidas de grano antes y durante la cosecha, rendimiento de grano, rendimiento de braza, diámetro de grano, peso de mil semillas y peso volumétrico.

Sin embargo las plantas en la etapa de madurez en las panojas tiene muy variada la maduración los granos de producción, lo que prolonga la causa es; antes, durante y después de la madures fisiológica.

La altura de la planta los más eficientes fueron los cultivares de tipo (Saihua) L-300 (CV2) y Akapuya (CV4) de 56.45 cm. En las pérdidas de grano antes de cosecha con mayor evidencia fue el cultivar tipo (Lasta) Illimani (CV1) de 8.32 gramos/planta al 20.83 %, durante la cosecha con mayor caída de granos por el método de Arrancado con 480.69 kg/ha al 19.86%, fue del cultivar Illimani en las dos fechas de siembra de los seis cultivares promedio y en el Rendimiento del grano el mejor aporte que presento fue el cultivar Lasta Warikunca con 2077.3 kg/ha, seguido de los cultivares Saihua L-300 y Akapuya con 1608.2 y 1446.4 kg/ha promedio, la más baja aporte que tuvo fue el cultivar Umacutama de tipo Lasta con 839.7 kg/ha, y los demás variables fueron similares.

SUMMARY

This paper quotes; Evaluation of the dehiscence grain from anthesis to physiological maturity of cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) at the Experimental Station of Choquenaira Viacha quotes; was conducted in agricultural management in November 2012 to May 2013.

The objectives proposed for the realization of this study were to analyze the behavior of six cultivars cañahua two planting dates under agro-climatic conditions, besides determining grain dehiscence before physiological maturity and grain losses Compare being used for three harvesting methods.

The plant material study was composed of six cultivars cañahua, according to the characteristics, the type of growth and plant material prosper were four cultivars of Lasta of Illimani, Kullaca, Warikunca and Umacutama type and type of growth Saihua L and Akapuya -300. Variables, the maximum height, grain losses before and during harvest, grain yield, yield breaststroke, grain diameter, thousand seed weight and volumetric weight were evaluated.

However the plantasen stage of maturity in the panicles have varied ripening grain production, prolonging the cause is; before, during and after maturity physiologist.

The height of the plant were the most efficient type cultivars (Saihua) L-300 (CV2) and Akapuya (CV4) of 56.45 cm. Of the loose of grain losses of the crop biggest with frequency the cultivar (Lasta) Illimani (CV1) de 8.32 grains/plant al 20.83 %, during harvest more falling grains by the method of Arrancado with 480.69 kg / ha to 19.86%, was the cultivar Illimani in the two planting dates of the six average cultivars and Performance grain the best contribution I present was the cultivar Lasta Warikunca with 2077.3 kg / ha, followed by Saihua L-300 and Akapuya cultivars and 1446.4 1608.2 kg / ha average, the lowest contribution cultivar Lasta Umacutama guy with 839.7 kg / ha, and the other variables were similar.

1. INTRODUCCIÓN

La cañahua es uno de los cultivos andinos de mayor importancia, subutilizado y marginal que no está bien aprovechado, produce granos con alto valor nutritivo y libre de saponina; el contenido de proteína, vitamina y minerales. De esta especie no solo se aprovecha el grano, sino también se aprovecha la planta en estado vegetativo y sus rastrojos como forraje en la alimentación del ganado.

Sin embargo, la cañahua logra prosperar bajo estas condiciones, este cultivo es notable por su alta adaptación a la altura, pudiendo cultivarse sobre los 3800 m.s.n.m., es tolerante a las heladas y es precoz en su desarrollo en comparación con la quinua. Por las características antes mencionadas la cañahua es considerada como un cultivo promisorio en el Altiplano (Rodríguez, 2007).

El grano de cañahua es bastante nutritivo al igual que la quinua perteneciente a la familia Chenopodiaceae. El tamaño de la planta es de menor porte que la quinua y oscila entre 20 y 60 cm y libre de saponina. La cañahua hasta el año 2005 han colectado en Bolivia y Perú más de 400 accesiones, que se mantienen en bancos de los dos países elaborándose una lista en proceso de estandarización y consulta de descriptores con 76 variables para datos de pasaporte, caracterización y evaluación (IPGRI, 2005 citado por Ardaya, 2012).

Los granos producidos por el cultivo ofrecen buena calidad de proteínas (alto contenido de amino-ácidos, lisina y aceite esencial como omega 6 (Carrasco *et al.* 2003 citado por Soto, 2008). El área de producción de este cultivo es limitado a pocas comunidades del Altiplano boliviano debido a la falta de promoción de los granos en cuanto a tecnología, bio-productos y la demanda de trabajos específicamente asociados con la necesidad de efectuar una labor manual durante la pre-cosecha y cosecha.

En el desarrollo y crecimiento de las plantas de cañahua se observa la maduración progresiva con acelerado desgrane, por lo que es susceptible el desgrane por efecto de fuertes vientos, granizadas y otros factores provocando así, repercusiones en el rendimiento de cañahua.

En la dehiscencia se ha dado poca difusión las propiedades de granos (específicamente este tópico es referido como dehiscencia del perianto). Este mecanismo como es la dehiscencia o desgrane ha sido estudiado muy poco en nuestro país. En cambio Perú es el país que más iniciativas ha tenido en conservar y mejorar genéticamente a esta especie.

Es muy importante efectuar la cosecha en el momento oportuno. La cosecha anticipada o antes de la madurez fisiológica completa conducen a obtener granos chupados, arrugados; en cambio la cosecha tardía trae consigo problemas como pérdidas por desgrane, por daño de pájaros o roedores, daños por factores climáticos adversos o favorables; lluvias o granizadas.

Se estima que debido al desgrane de granos de la planta puede tener una pérdida del 30% (Tapia, 1997). La cosecha de acuerdo a la práctica tradicional llevada a cabo por los agricultores, es efectuado cuando las plantas se encuentran en plena madurez fisiológica y a través de una leve agitación con las manos, estas son cortadas o extraídas de la parcela.

En la cosecha, se pierde mucho los granos por el movimiento y el manipuleo de la planta, generalmente la cosecha de cañahua es por arrancado que induce un alto porcentaje de perdida y con algunos impurezas (tierra, piedrecillas) en el grano, por eso los métodos de cosecha deben ser adecuada para disminuir la dehiscencia de granos. Estas son algunas de las dificultades con las que el agricultor tropieza en el momento de la cosecha y en el manejo post-cosecha, las mismas que limitan el aprovechamiento comercial de este cultivo

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la dehiscencia de granos desde la antesis hasta la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el centro experimental de Choquenaira – Provincia Ingavi.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de los seis cultivares cañahua por dos épocas de siembra, bajo las condiciones agroclimáticas.
- Determinar la dehiscencia de grano antes de la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua.
- Comparar las pérdidas de grano empleando tres métodos de cosecha en los seis cultivares de cañahua.

1.1.3 Hipótesis

Ho: No existen diferencias en dehiscencia de granos en seis cultivares de cañahua.

Ho: No existen diferencias de pérdida de grano, en el desgrane después de la floración hasta la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua.

Ho: No hay diferencias en la comparación de rendimiento de grano de los seis cultivares de cañahua establecidos en dos fechas de siembra.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El origen del cultivo de la cañahua

La cañahua es un cereal originario de los Andes, Bolivia y sur de Perú, fue domesticada por los pobladores de la cultura Tiahuanacota. No se han encontrado vestigios arqueológicos relacionados con esta planta, y la dehiscencia que a presentan los granos, que su domesticación no está completa (FAO, 2010). La planta crece a más de 3000 a 4000 metros sobre el nivel del mar y no ha tenido difusión fuera de las fronteras del Altiplano boliviano y peruano (Lescano, 1994).

Se considera que no existen evidencias arqueológicas sobre el origen de la cañahua, de manera, que no se puede saber desde que tiempos se realiza el cultivo; sin embargo, el hecho de que las plantas pierden gran parte del grano por la caída hace pensar que su proceso de domesticación no ha culminado aún (Tapia, 1997).

Flores (2006), sostiene que este grano tiene su origen de la semilla en el altiplano peruano y boliviano donde se desarrolló la cultura Tiahuanacota y donde existen mayores extensiones cultivadas de cañahua; donde cumplió un rol muy importante en el desarrollo y florecimiento de la cultura Pre - Incaico del Tiahuanaco, el cultivo de cañahua es cultivada en zonas de altura a 3800 m.s.n.m la zona de mayor producción está concentrada al norte del lago Titicaca.

Al respecto, Castedo (2007), menciona que la cañahua es un cereal originario de Los Andes que crece a más de 3500 m.s.n.m. y tiene una principal importancia para los campesinos del Altiplano por su contenido nutritivo y por su calidad nutritiva en sus hojas para forraje.

Se conoce que existe gran concentración de ecotipos y formas en las altas montañas de Bolivia y Perú; en esta zona es donde se la conoce y cultiva (Hunziker, 1943). El lugar de origen de este cultivo es el Altiplano peruano - boliviano, ya que se hallaron formas silvestres de cañahua a orillas del Lago Titicaca (Cano, 1973 citado por Rodríguez, 2007).

2.2 El cultivo de cañahua en Bolivia

El material genético original es conservado con la finalidad de autoconsumo, su valor radica en el balance de aminoácidos esenciales que integran la proteína, se conoce que desde épocas antiguas se utilizaba para alimentar a mujeres gestantes, niños y también para el tratamiento de enfermedades como mal de altura, disentería, tuberculosis (FAO, 1992).

Rojas *et al.* (2004), mencionan que está reducida área de cultivo de la cañahua en Bolivia, que abarca entre 1000 a 1500 hectáreas de las cuales el 85% son cultivadas para autoconsumo. El Banco Nacional de Granos Altoandinos, la cual tenía una colección de germoplasma de cañahua que estaba conformada por 567 accesiones, ahora está administrado por el INIAF las cuales fueron caracterizadas y evaluadas preliminarmente por caracteres agromorfológicos.

El área de producción de cañahua en Bolivia es tan pequeña, donde la especie ni siquiera figura en los censos agropecuarios de cada año. Se cultiva en pequeñas parcelas en las inmediaciones del Lago Titicaca en el departamento de La Paz, en el Departamento de Oruro y las provincias Bolívar y Tapacari de Cochabamba, siendo su cultivo solo para subsistencia familiar (IPGRI, 2005).

2.3 Características generales del cultivo

2.3.1 Características morfológicas de la cañahua

La cañahua es descrita como una planta terófito, erguida (saihua) o ramificada desde la base (lasta), de un porte de 20 a 70 cm. El tallo es cilíndrico de consistencia herbácea. Hojas alternas de forma romboide, con pecíolos cortos y finos. Las inflorescencias son inconspicuas cimosas axilares o terminales y están cubiertas totalmente por el follaje. Sus flores son hermafroditas o estaminadas, las cuales están agrupadas formando espigas, el fruto es un aquenio; en tanto los tallos en su parte superior, como las hojas y las inflorescencias están cubiertos de vesículas blancas o rosadas (Tapia, 1997).

La cañahua por su hábito de crecimiento se clasifica según PROINPA, (2003) en:

- Saihuas: Plantas erectas que presentan escasas ramificaciones.
- Lastas: Plantas con ramificaciones numerosas que se inician desde el cuello de la planta.
- Postradas: Llamadas también pampalastas, plantas con tallos postrados donde solo sus extremos son erguidos.

Por otra parte, las Saihuas y Lastas al momento de la emergencia y ramificación tienen una coloración verde; pero esta cambia a diferentes tonalidades de color según el ecotipo, este cambio se puede apreciar desde el inicio de la floración hasta la madurez fisiológica. En esta última fase se puede distinguir diferentes colores de planta: amarillo, rosado, rojo, púrpura y anaranjado (Mamani, 1994).

La cañahua tiene mayor cantidad de flores en el tercio superior de la inflorescencia y son las que comienzan la floración, los frutos se desprenden fácilmente de la planta y al frotar el frágil pericarpio se encuentra el grano de color negro y café que varía de acuerdo al color de la planta (Lescano, 1994).

Las flores son cíclicas, actinomorfas, hermafroditas con perianto aploclamideo (monocíclico), formado por cinco piezas soldados en la base del fruto, androceo formado por dos a tres estambres sueltos, ovario súpero, unilocular, uniovulado con tres estigmas (Marín, 2002).

Por otra parte la planta de cañahua tiene raíz pivotante axonomorfa con muchas raíces secundarias, tallo erguido, basalmente ramificada de forma corimboide, hojas simples, flores de 1 a 2 mm de diámetro, con fruto utrículo o aquenio de 0.80 a 1.80 mm de tamaño (Mamani, 2004).

Mediante un estudio morfológico realizado en la cañahua, pudo evidenciar que las hojas apicales son sésiles y las hojas basales son pecioladas, morfológicamente por su composición es simple, forma de limbo romboidal, nervadura pinnatinervada, ápice agudo, base obtusa y un borde pinnatilobulado con tres lóbulos (Alaña, 2005).

2.3.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo a Kühn (1993) y Fuentes - Bazan *et al.*, (2012) estiman que el género *Chenopodium* sensu lato comprende aproximadamente de 150 especies. La cañahua corresponde a la familia: Amaranthaceae (Chenopodiaceae), subfamilia: Chenopodioideae, orden: Caryophyllales, subsección: Lejosperma Aellen (esta subsección contiene alrededor de 100 géneros y 1700 especies), género *Chenopodium*, especie: *pallidicaulle* Aellen.

2.3.3 Fases fenológicas del cultivo de cañahua

Según Lescano (1994), en el cultivo de cañahua se distinguen ocho fases fenológicas, las cuales se describen a continuación:

- **Emergencia:** Es la aparición de los cotiledones sobre la superficie del suelo. Esta fase es muy susceptible al ataque de los pájaros.
- **Hojas verdaderas:** Son las primeras hojas en realizar la fotosíntesis o fabricación de alimentos, para el crecimiento y desarrollo de la planta.
- **Ramificación:** Llamado también enramado, se inicia el desarrollo de las ramas secundarias, incluso terciarias que aparecen en la base de la planta en forma opuesta y es la fase donde empieza el desarrollo vegetativo de las ramas laterales.
- **Formación de inflorescencia:** Fase en la que se observa la aparición de las primeras inflorescencias en la rama principal de la planta.
- **Floración:** Se considera floración cuando se tiene un 50% de apertura de las flores en las ramas y la duración de la floración por inflorescencia es de 9 a 14 días, siendo la apertura de la flor de 3 a 7 días.
- **Grano lechoso:** Se considera grano lechoso, cuando al ser presionado entre las uñas, el grano deja escapar un líquido lechoso, esta fase es la más susceptible a la incidencia de bajas temperaturas como heladas menores a 2°C.

- **Grano pastoso:** Cuando los granos de cañahua al ser presionados entre las uñas se aplasta y muestra una consistencia pastosa de color blanco.
- **Madurez fisiológica:** Cuando los granos de cañahua acumulan un máximo de materia seca y máximo tamaño de grano, por lo que se rompe la nutrición o traslado de los nutrientes hacia la semilla y se da cuando el 5% de los primeros granos inicien o estén por desgranarse.

2.3.4 Ciclo vegetativo de la cañahua

El ciclo vegetativo del cultivo de cañahua varía según la localidad, en Puno a 3820 m.s.n.m. las plantas alcanzan la madurez fisiológica de 148 a 159 días (León, 1964). A su vez Arteaga (1996), señala que el ciclo vegetativo de tipo Saihua de crecimiento erguido es de 125 a 137 días y de tipo Lasta de crecimiento ramificada es de 101 a 140 días, las diferencias pueden atribuirse a las condiciones edafoclimáticas de cada región y a la época de siembra.

Mamani (1994), indica que en el Altiplano boliviano los cultivares Lasta y Saihua reportaron una madurez fisiológica de 150 a 160 días. Por su parte Acarapi (1997), señala que la cultivar Saihua alcanzó su madurez a los 157 días. Copeticona, (1999), indica que el cultivar Saihua alcanzó la maduración entre 148 y 153 días y Arteaga (1996), a los 122 a 133 días. La cañahua erecta (Saihua) normalmente crece más rápido durante aproximadamente 70 días y la producción de materia seca termina en este tiempo. La cañahua semierecta (Lasta) continúa creciendo pasando los 70 días y produce más materia seca que la erecta.

2.4 Importancia de la cañahua

La importancia de esta Chenopodeácea no es solo la producción de grano sin saponina y de alto valor nutritivo, la esta planta también puede ser usada como forraje verde, (Lescano, 1994).

Se demuestra que la cañahua es un grano andino más pequeño que la quinua, de alto valor nutritivo para la alimentación en la ración humana; se encuentra en los mercados

de los barrios marginales y en las ferias artesanales. Es una planta resistente al frío, a insolaciones y largas sequías por esto se dice que es una planta rústica y más nutritiva que la quinua (Chugar, 2005).

La cañahua junto a los otros granos de la región andina, constituye como un componente importante en la alimentación. Últimamente han despertado interés de los consumidores debido a su alto contenido de proteínas (Maydana, 2010).

La importancia que presenta el grano de cañahua, es por el valor nutritivo cuadro 1, presentando un elevado contenido de proteínas (15 -19 %) y, al igual que la quinua y la kiwicha, tiene un excelente balance de aminoácidos esenciales, además la posibilidad de darle un uso integral como especie forrajera.

Cuadro 1. Componentes químicos por 100 gramos de porción comestible.

Pra. 100%	Cañahua	Trigo	Quinua	Arroz	Cebada
Proteínas	16.2	11.5	13.8	8.7	10.6
Lípidos	8.04	2.0	5.0	2.2	2.1
Glúcidos	58.6	59.4	59.7	74.6	57.7
Calcio mg	157.0	41.0	85.0	39.6	26.0
Magnesio mg	210.0	91.0	204.0	119.6	57.0
Hierro	13,6	3.3	7.0	2.0	2.0

La cañahua tiene un alto valor nutricional, un alto valor proteico de 15.3 g en 100 g asimismo contiene una importante cantidad de (lisina) un aminoácido esencial que el organismo no lo puede producir y lo tiene que tomar de la dieta, tiene también (fenilalanina y triptófano) otros importantes aminoácidos esenciales, tiene contenido de carbohidratos complejos como el almidón. Se considera como alimento nutraceutico por su importante cantidad de aminoácidos esenciales, su buena fuente proteica por su bajo índice glicémico o sea que lo pueden consumir los diabéticos, además de contener casi en proporciones parecidas a las de la quinua; minerales como calcio, fósforo y hierro y alto contenido de tiamina o vitamina B1 (UNIFE, 2007).

2.5 Los usos de la cañahua

Las hojas cuando están verdes se comen en guisos, del grano de cañahua retostado y molido se obtienen una harina conocida como “Kañihuaco” (Perú), o pito de cañahua (Bolivia). Este subproducto se consume sólo o mezclado con azúcar, leche, harina de cebada y haba; también una especie de galleta, a la cual la elaboran moliendo cañahua y realizando una mezcla con otros ingredientes denominada “k’ispiña” (Tapia, 1990).

El mismo autor menciona que se utiliza la cañahua como forraje, principalmente en las punas, donde el crecimiento de pastos es escaso. Los resultados del análisis de la parte vegetativa, indican que esta especie es de alto valor nutritivo. Los comunarios del Altiplano peruano y boliviano queman la broza del trillado y con las cenizas elaboran una pasta llamada "llujt'a", la cual es rica en calcio y es usada por los masticadores de hoja de coca (acullico).

Las semillas secas transformadas en harina disuelta en agua con un poco de vinagre se ingieren para el tratamiento de la fiebre tifoidea. El pito de cañahua tiene uso medicinal, contrarresta el mal de altura, combate la disentería; las cenizas del tallo pueden ser repelentes contra picaduras de insectos y arácnidos.

Respecto a los usos del grano de cañahua, actualmente se está dando otros usos, como es la utilización en el desayuno en centros escolares de Potosí y Oruro. También varias agroindustrias del país están utilizando la cañahua para la elaboración de fideos, galletas, refrescos, cereales y otros. Mientras en la alimentación animal las plantas de cañahua se pueden utilizar como forraje verde, heno o en ensilaje (PROINPA, 2006).

2.6 Requerimientos de clima y suelo

2.6.1 Clima

La cañahua se cultiva a una altitud comprendida entre 3500 a 4200 m.s.n.m. Es una de las pocas especies comestibles que soportan condiciones climáticas muy rigurosas como las sequías, fuertes vientos y las heladas (- 4°C), (Rivera, 1995).

Con respecto al fotoperiodo este cultivo es indiferente a la duración de la luz de día; mostrando adaptabilidad a diferentes ambientes, porque experimentalmente se produjo este grano en Finlandia a 40° de latitud norte (FAO, 1992).

Por otra parte manifiesta que la cañahua requiere condiciones ambientales adecuadas a los 60 a 90 días después de la siembra, periodo en el que alcanza su máximo crecimiento (Lescano, 1994).

El cultivo de la cañahua requiere de las zonas agroecológicas Suni - Altiplano y puna, que se caracterizan por bajas temperaturas; es tolerante a las sequías una vez que alcanza el estado de inicio de ramificación a los 40 a 50 días después de la emergencia (Tapia, 1997 citado por Maydana, 2010).

2.6.2 Suelo

Las plantas de cañahua prefieren suelos de textura franco arcilloso, provistos de suficiente fósforo y potasio, con problema de pedregosidad, pobre o excesivo drenaje y baja fertilidad natural. En cuanto a un adecuado pH este varía entre 4.8 y 8.5 mostrando tolerancia a la salinidad (FAO, 1992).

Por otra parte el mismo autor afirma que la cantidad de agua existente en el suelo afecta directa o indirectamente a los procesos fisiológicos de las plantas; la deficiencia de agua tiene su efecto sobre la apertura de las estomas, la fotosíntesis, la nutrición mineral, el crecimiento, la floración y el fructificación.

Los efectos dañinos por el exceso de agua en el suelo se deben a la falta de aireación en el sistema radicular. Cuando el aireamiento del suelo es deficiente, la respiración normal de las raíces queda muy reducida y tanto la absorción de agua como la de nutrientes disminuyen, por lo tanto se habla de una sequía fisiológica.

Este cultivo al igual que la quinua, una vez que ya ha crecido más de 10 cm resiste muy bien a la sequía; sin embargo, un exceso de humedad durante el periodo de germinación puede afectar seriamente a las plantas de cañahua (León, 1964 y Rivera,

1995); con respecto a las necesidades de agua del cultivo de cañahua, este requiere entre 250 a 600 mm de precipitación (Bonifacio y Dizes, 1991).

2.7 Siembra

La siembra se realiza en función del tiempo y la época, también está en función a la localidad, la variedad a utilizar y a los factores climáticos de la zona; asimismo la siembra puede ser al voleo o en surcos distanciados de 30 a 50 cm. Respecto a la cantidad de semilla a utilizar varía de 4 a 8 kg/ha cuando la siembra es en surcos o chorro continuo y hasta 15 kg/ha cuando la siembra es al voleo (Maydana 2010).

La siembra se realiza en mes de octubre, noviembre y la más traído hasta mediados de diciembre, se efectúa tradicionalmente a tracción humana, animal (yunta) y herramientas mejoradas o maquinarias de tecnologías abriendo los surcos a una distancia de 35 cm y una profundidad de 15 cm con la yunta, colocando la semilla (Quispe, 1999).

2.8 Deshierbe

Durante el desarrollo fenológico de la planta, se efectuó el deshierbe en el mes de febrero para evitar la competencia por nutrientes, luz y agua. El número de deshierbes guarda relación con el grado de infestación; recomendándose realizar el primer deshierbe cuando las plantas tienen 20 cm de altura, o sea, alrededor de los 50 días después de la siembra (Quispe, 1999).

2.9 Cosecha

2.9.1 Época de cosecha

La cosecha se realiza en momento oportuno de madurez fisiológica, cuando el follaje y el tallo de las plantas, alcancen una coloración total que sea característica propia del ecotipo cultivado. Además que los granos al ser presionados con la uña deben ofrecer cierta dureza (Cano, 1973).

El periodo de cosecha de cañahua se inicia en marzo y se prolonga hasta abril, esto debido a que las plantas de cañahua no maduran todas al mismo tiempo (Ritva *et al.*, 1988 y Tapia, 1997). Por su parte Vidaurre (2002), recomienda realizar la cosecha de grano de cañahua a los 150 días después de la siembra.

Esta operación se repite varias veces, conforme va madurando el grano. Una vez trillado, la cañahua es venteada para separar del grano las ramas pequeñas y hojas que conforman el jipi. Vidaurre (2002), recomienda realizar la cosecha de grano de cañahua a los 150 días después de la siembra.

Se debe determinar el momento oportuno de cosecha; si se la realiza antes de la madurez fisiológica se corre el riesgo de fermentación de las plantas produciendo el oscurecimiento del grano, pero si se la realiza después de la madurez fisiológica se produce fácilmente el desgrane (Cossio, 1995).

2.9.2 Métodos de cosecha

La mayoría de los agricultores proceden a cosechar la quinua y la cañahua arrancando, pero la desventaja que tiene este método de cosecha, es que no deja la raíz en el suelo y por lo tanto no existe incorporación de materia orgánica al suelo, dejando expuesto el suelo a una erosión eólica e hídrica, como consecuencia de ello baja la fertilidad de los terrenos cultivables (Aroni, 1995 y Chambi 2002).

Otra forma de cosecha que se realiza es empleando hoces para segar el tallo, dejando una altura de corte variable entre 4 y 5 cm sobre el suelo (Mantari, 1955 y Rivera, 1995).

El uso de la desbrozadora en la cosecha de quinua en el altiplano sur es muy eficiente, disminuye el tiempo empleado en la cosecha; con el método de arrancado de plantas se emplea 4.67 jornales por hectárea, sin embargo con la desbrozadora el tiempo de cosecha se reduce a 2.4 jornales por hectárea (Gareca, 1996).

La cosecha de granos se realiza con diferentes tipos de herramientas, según la región y el cultivo. Con respecto a la cosecha con hoz, ésta se emplea en superficies

pequeñas o terrenos accidentados con mucha pendiente, bajo condiciones que económica y técnicamente no permiten el empleo de maquinaria (Obrador, 1984 y Berlín, 1996).

2.9.3 Trilla y limpieza de granos

La trilla del grano se efectúa de forma manual, considerando que las plantas de cañahua, después de la cosecha se realizaron el secado sobre un mantel o yute hasta alcanzar poca humedad, la trilla generalmente se realiza golpeando con un palo curvo denominado “jauq’aña” o con las manos a base de fricción sobre un mantel o yute, con el fin de separar los granos de la broza. Después se separa el “jipi” del grano mediante el venteado, cuando el grano queda libre de impurezas se procedió al pesado y etiquetado en bolsas de papel y polietileno.

2.9.4 Impurezas

Las impurezas son fragmentos provenientes de la propia planta como rastrojos, hojas, trozos de ramas y pajas. Asimismo existen otras impurezas que no provienen de la propia planta y estos son semillas silvestres, parte de otras plantas, además terrones de tierra, arena y piedras. (FAO, 1993).

De acuerdo a la Norma Boliviana 336002 para la cañahua, las impurezas son materias extrañas a los granos de cañahua y estas se dividen en dos grupos (IBNORCA, 2005):

- a) Impurezas orgánicas: son restos de tallos, hojas, insectos, heces de aves y roedores; como también otras materias de origen orgánico.
- b) Impurezas inorgánicas: tierra, terrones, polvo, arena, piedrecillas y otras materias de origen inorgánico.

2.10 Desgrane

La cañahua presenta una dehiscencia (caída del grano) muy variable. Es por eso que la cosecha de las plantas se debe realizar en el momento oportuno quiere decir antes que la planta esté totalmente madura para evitar que un gran porcentaje de ellos

caigan al suelo. Las pérdidas de grano antes y durante la madurez pueden afectar en algunos ecotipos hasta un 30% de la producción total. Sin embargo, estas pérdidas de grano pueden ser hasta 80% a causa de factor climático (Tapia, 1997).

La cosecha debe realizarse de preferencia en horas de la mañana cuando existe humedad en las plantas, que evita un mayor desgrane. Un factor que también se debe tomar en cuenta son las pérdidas por desgrane natural que ocurren cuando se cosecha las plantas que han sobrepasado la madurez óptima (Cano, 1973).

Los factores abióticos que ocasionan un alto desgrane al cultivo son: las lluvias, las granizadas tardías de marzo (Chambi, 2002).

2.11 Rendimientos

Si se realiza la siembra en la época adecuada sobre un terreno bien preparado y un buen manejo técnico, los rendimientos de grano limpio pueden elevarse hasta los 3000 kg/ha, mientras los agricultores con trabajos de forma tradicional obtienen rendimientos alrededor de 1000 a 1400 kg/ha de grano limpio (Mantari, 1955).

En un estudio realizado sobre el efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de cañahua, bajo condiciones del agricultor que no acostumbra realizar fertilización química, ni orgánica, en el Altiplano Norte de la localidad de Tiahuanaco obtuvo un rendimiento de grano promedio de 2193 kg/ha con la variedad Saihua amarilla a una densidad de siembra de 6 a 9 kg/ha, sin embargo con la variedad lasta rosada obtuvo un mayor rendimiento de broza de 5816 kg/ha a una densidad de siembra de 12 kg/ha (Mamani, 1994).

Sin embargo, en otro estudio realizado con la aplicación de fertilizante orgánico (jira guano) en el altiplano central, se obtuvo mayores rendimientos con el nivel de fertilización de 10 tn/ha de jira guano, obteniéndose 2188 kg/ha para el ecotipo Lasta Rosada y 1633 kg/ha para el ecotipo Saihua Roja (Quispe, 1999).

El mismo autor menciona que con los cultivares Lasta rosada y Saihua roja obtuvieron rendimientos de broza de 7651 y 5510 kg/ha y rendimientos de fitomasa de 9833 y

7146 kg/ha respectivamente; por otra parte con la fertilización de 12000 kg/ha de estiércol de ovino obtuvo un mejor rendimiento de broza de 7808 kg/ha y fitomasa de 9976 kg/ha.

Choque (2005), reporta que en la comunidad de Ch'ojñapata, provincia Los Andes del Altiplano Norte obtuvo un rendimiento de 2258 y 2157 kg/ha de grano con los ecotipos Saihua rosada y roja, sin embargo con el ecotipo Lasta púrpura obtuvo un mejor rendimiento de broza de 4769.8 kg/ha.

Por otra parte el mismo autor indica que con la fertilización orgánica de 10000 kg/ha de estiércol de llama obtuvo rendimientos en grano de 2830 kg/ha con Saihua roja, 2792.7 kg/ha con Saihua rosada y 2390 kg/ha con Lasta púrpura, los cuales son mejores en relación a los niveles de 5000 y 15000 kg/ha de estiércol de llama.

Quispe (2003), señala que en el trabajo de investigación realizado con fertilización de abonos líquidos orgánicos fermentados en la localidad Jalsuri de la provincia Ingavi, obtuvo un rendimiento de 774.3 kg/ha de grano de cañahua con el tratamiento 3 (alfalfa, paico, estiércol semi descompuesto de ovino y agua) y 587.4 kg/ha de grano con el tratamiento 0 (testigo).

Por su parte Marín (2002), asevera que en la comunidad de Achaca de la provincia Ingavi, realizó el estudio de distanciamientos entre surcos y plantas en ecotipos de cañahua, donde obtuvo rendimientos promedios en grano de 598.3 kg/ha con Lasta roja, 561.9 kg/ha con Saihua amarilla, 549.6 kg/ha con Saihua roja y 453.7 kg/ha con Lasta amarilla a una distancia entre surcos de 40 cm.

3. LOCALIZACIÓN

3.1 Ubicación geográfica



Figura 1. Mapa de localización de la Provincia Ingavi.

El presente estudio se realizó en los predios de la Estación Experimental de Choquenaira, ubicado a 32 km al sur oeste de la ciudad de La Paz, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, situada en el departamento de La Paz, Provincia Ingavi, al sur de la población de Viacha. Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 16°41'38" de Latitud Sur y 68°17'13" de Longitud Oeste, a una altura de 3854 metros sobre el nivel del mar y posee una extensión de 140 hectáreas (Rodríguez, 2005).

3.2 Topografía

Fisiográficamente, el lugar de estudio corresponde al paisaje planicie no anegadizo, así mismo se puede decir que el lugar de estudio fue plano con una pendiente suave de 1% de micro relieve liso, ondulación muy ligera, con un drenaje externo moderado y con drenaje interno moderadamente lento; la posición topográfica en la que se encuentran estos suelos, tienen una erosión hídrica ligera y una erosión eólica muy suave (Callisaya, 1994).

La textura del suelo es arcillo-limoso y franco arcillo-limoso, de estructura bloque sub-angular, moderadamente fuerte, de consistencia adherida en mojado, friable en húmedo y ligeramente duro en seco; por su parte el subsuelo presenta consistencia ligeramente adherente en mojado presentando un color pardo a pardo rojizo (Quispe, 1999).

3.3 Temperatura y precipitación

La Estación Experimental de Choquenaira, corresponde a una zona que presenta una corta estación lluviosa en verano y con tormentas de granizo de diciembre a febrero, la precipitación media anual es de 619 mm, de esta el 60% corresponde a los meses de diciembre a marzo y el 40% de abril a noviembre, también suelen registrarse temperaturas mínima promedio de 3.4 °C y la máxima promedio de 15.6 °C, la humedad relativa media anual fue de 57.8 % y por el día intensa radiación solar Estación Experimental de Choquenaira.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material vegetal

El material vegetal que se empleó en el presente estudio en el campo fueron los siguientes cultivares: Illimani, L-300, Kullaca, Akapuya, Warikunca y Umacutama (cuadro 2).

Cuadro 2. Los cultivares de cañahua que fueron sembrados en el experimento

TIPO DE PLANTA	CULTIVARES			
Semi-erecto (Lasta)	Cv1 (Illimani)	Cv3 (Kullaca)	Cv5 (Warikunca)	Cv6 (Umacutama)
Erecto (Saihua)	Cv2 (L - 300)		Cv4 (Akapuya)	

Ecotipo saihua. Son plantas de crecimiento erecto, con escasas ramificaciones.

Ecotipo lasta. Plantas de crecimiento ramificado, con numerosas ramificaciones.

A continuación se describen las características agro-morfológicas de los seis cultivares:

El cultivar **Illimani y Kullaca** es originaria de la localidad de Patacamaya, Provincia Aroma del Departamento de La Paz, en el banco de germoplasma de cañahua corresponde a la accesión 081 (Pinto *et al.*, 2008). – En los materiales que utilizamos: (variedades liberadas oficialmente y registradas en el INIAF), **Warikunca y Akapuya** (variedades que no están registradas y no fueron liberadas), **L-300** (es una accesión 300 o línea del Banco de Germoplasma), **Umacutama** (es una variedad tradicional de la comunidad de Coromata Media, municipio de Huarina).

Cultivar Illimani: Esta variedad presenta una planta de tipo de crecimiento Lasta, y color verde durante el desarrollo y crecimiento hasta la fase de floración. Durante la madurez fisiológica su color característico es rosado y anaranjado. El color de la inflorescencia es blanquecino. El aspecto general de la planta es vigoroso con

ramificaciones basales que alcanzan una altura máxima en la planta. La longitud promedio de la planta es 54 cm y una cobertura vegetativa de 34 cm. La variedad Illimani es de ciclo semiprecoz y la madurez fisiológica de 160 días después de la siembra. Su rendimiento puede reportar entre 1500 y 2000 kg/ha, aunque su rendimiento promedio es de 800 kg/ha por la tolerancia al granizo. Es una variedad resistente a la helada (Pinto *et al.*, 2008).

Cultivar L-300: Este cultivar presenta una planta de tipo de crecimiento Saihua (erguido), y color verde durante el desarrollo y crecimiento hasta la fase de floración. Durante la madurez fisiológica su color característico es purpura. El color de la inflorescencia es anaranjado. El aspecto general de la planta es vigoroso con ramificaciones basales que alcanzan una altura máxima en la planta. La longitud promedio de la planta es 51 cm y una cobertura vegetativa de 11 cm. La variedad L-300 es de ciclo semiprecoz y la madurez fisiológica de 135 días después de la siembra. Su rendimiento puede reportar un promedio de 750 kg/ha por la tolerancia al granizo. Es una variedad resistente a la helada y granizada.

Cultivar Kullaca: Esta variedad presenta una planta de tipo de crecimiento Lasta, conocida también como accesión 472, de color verde durante el desarrollo y crecimiento hasta la fase de floración, purpura en la madurez, el color de la inflorescencia es blanquecino. El aspecto general de la planta es vigorosa, con ramificaciones basales que alcanzan una altura máxima en la planta. La longitud promedio de la planta es 50 cm y una cobertura vegetativa de 42 cm. La variedad Kullaca es de ciclo semiprecoz y la madurez fisiológica de 150 días después de la siembra. Su rendimiento puede reportar entre 1000 y 1200 kg/ha, aunque su rendimiento promedio es de 700 kg/ha tolerancia a granizo y a la helada es resistente (Pinto *et al.*, 2008).

Cultivar Akapuya: Este cultivar presenta una planta de tipo de crecimiento Saihua, color morado durante el desarrollo y crecimiento hasta la fase de floración, el color de la inflorescencia es blanquecino. El aspecto general de la planta es vigorosa, con ramificaciones basales que alcanzan una altura máxima en la planta. La longitud

promedio de la planta es 52 cm y una cobertura vegetativa de 17 cm. La variedad Akapuya es de ciclo semiprecoz y la madurez fisiológica de 160 días después de la siembra. Su rendimiento promedio es de 2100 kg/ha tolera el granizo y a la helada es resistente.

Cultivar Warikunca: Este cultivar presenta una planta de tipo de crecimiento Lasta, color verde durante el desarrollo y crecimiento hasta la fase de floración, el color de la inflorescencia es blanquecino. El aspecto general de la planta es bastante vigoroso, con ramificaciones basales que alcanzan una altura máxima en la planta. La longitud promedio de la planta es 42 cm y una cobertura vegetativa de 50 cm. La variedad Warikunca es de ciclo semiprecoz y la madurez fisiológica de 140 días después de la siembra. Su rendimiento promedio es de 2100 kg/ha, toleran al granizo y a la helada es resistente.

Cultivar Umacutama: Esta variedad presenta una planta de tipo de crecimiento igual que las anteriores Lasta, color rojo durante la maduración, el color de la inflorescencia es blanquecino. El aspecto general es más utilizado por los agricultores, con ramificaciones basales que alcanzan una altura máxima en la planta de 40 cm y una cobertura vegetativa de 25 cm. La variedad Umacutama es de ciclo precoz y la madurez fisiológica de 130 días después de la siembra. Baja resistencia ante el granizo y a la helada.

4.1.2 Material de gabinete

El material de gabinete utilizado en el trabajo como hojas bond, bolígrafo, una laptop, impresora, material de escritorio, calculadora, material bibliográfico, programas de análisis estadístico (SAS y Excel) y flash memory.

4.1.3 Material de laboratorio

El material de laboratorio que se utilizó fueron: un horno o mufla para el secado de muestras, una balanza analítica, sobres de distintos tamaños, cajas Petri, papel filtro, agua destilada.

4.1.4 Material de campo

Los materiales de campo que se empleó son los siguientes: cuadernillo de campo, lápiz y bolígrafo, cámara fotográfica, chontillo, fluxómetro, marbetes, letreros, estacas, sobres recolectoras, envases de aluminios, tijera, pinza, pincel recolectora, una lupa, bolsa de tul, hoz, tijeras de podar bolsas de yute y alambre galvanizado para trampas recolectoras. Las herramientas y el equipo que se utilizó para los diferentes métodos de cosecha fueron:

Hoz: La hoz es una herramienta manual; semicircular y dentada de acero. La misma sigue siendo utilizada en muchas partes del mundo para la segadora de cereales, pastos, alfalfa y otros cultivos.

Tijeras de podar: Las tijeras de podar son herramientas manuales; compuestas de dos hojas de acero, a modo de cuchillas de un solo filo, trabadas por un eje alrededor del cual pueden girar, para cortar lo que se pone entre ellas. Se usa para la poda de frutales, plantas ornamentales principalmente.

4.2 Establecimiento del área experimental

4.2.1 Preparación del terreno

Las labores de preparación del terreno se inician con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) mejoro las condiciones de drenaje y aumento la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.

4.2.2 Delimitación del área experimental

La delimitación del área experimental se realizó posterior de la preparación del suelo, con la ayuda de estacas y cintas de color, además de una cinta métrica de 50 m para delimitar el área exacta. Se delimitó un área total de 612 m² la cual el área útil del experimento de 14 x 36 m dando 504 m², lo que se dividió en 4 boques por dos fechas de siembra y con un total 48 unidades experimentales y pasillos de 1 m por unidad experimental.

4.2.3 Siembra

La siembra se realizó en dos fechas, la primera fecha de siembra fue el 22 de noviembre del 2012, la segunda fecha de siembra estuvo planificada para el día viernes 14 de diciembre, sin embargo el día hubo mucha lluvia, el suelo estuvo saturado y no se pudo ingresar a la parcela experimental.

De tal manera que el día sábado 15 de diciembre se realizó la siembra que comprende a la segunda fecha, el método que se empleó por surcos de chorro continuo, en este caso por ser favorable el lugar, mucho dependerá de un sistema de siembra para el contacto con el suelo húmedo.

La apertura de surcos fue de 0.45 m de distancia entre surcos, cada unidad experimental dispone de 6 surcos de 3.5 m de longitud, la cantidad de semillas dispuestas por cada surco comprendió a una densidad de 6 kg/ha⁻¹ o 0.6 g m².

4.2.4 Marbeteado de plantas

Se procedió al marbeteado, una vez que las plantas emergieron y formaron las primeras ramas, eligiendo 3 plantas en forma aleatoria de la parcela útil excluyendo las cabeceras y los bordes de cada unidades experimentales, para su evaluación se colocó un marbete con un número asignado.

4.2.5 Labores culturales

4.2.5.1 Raleo de plantas

El raleo de las plantas de cañahua se realizó a fin de uniformizar la densidad de siembra, dejando un espacio significativo entre las plantas, para evitar la competencia de agua, luz y nutrientes, esta actividad se realizó 45 días después de la siembra efectuada.

4.2.5.2 Control de malezas

El deshierbe o control de malezas muy frecuente durante el desarrollo de las plantas fue realizado en tres oportunidades: primer deshierbe fue a los 74 días después de la siembra, segunda deshierbe fue a los 99 días y el último deshierbe fue a los 121 días. El control de malezas fue realizado para evitar la competencia de nutrientes, luz y agua.

La operación fue efectuada con la ayuda de un pequeño pico (comúnmente denominado 'chontillo'). Las plantas de cañahua son sensibles a la competencia de hierbas, la remoción de las mismas fue realizada en los pasillo y en los espacio entre plantas. Las hierbas comunes encontradas fueron: malva silvestre (*Malva sp.*), bolsa de pastor (*Capsella bursa pastoris*), munimuni (*Bidens andicola*), reloj reloj (*Erodium cicutarium*) y cebadilla (*Bromus uniloides*).

4.2.5.3 Registro de datos

Se evaluó el presente estudio, registrando las características fenológicas y agronómicas en el área útil, tomando encuesta las dos épocas de siembra y los cultivares en cada unidad experimental, en la parte central para eliminar el efecto de bordura y cabecera, no se evaluó los surcos extremos del experimento.

4.2.5.4 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se observó algunos signos o incidencias de plagas, no se presentaron solo en la etapa madurez fisiológica aparecieron diferentes aves y roedores por lo que se realizó una delimitado del área con cintas de videocasetes por el centro y alrededor de la parcela, simulando un espantapájaros para ahuyentar a las aves.

Dentro de las enfermedades no se observaron ningún tipo de signos o incidencias de ninguna clase, por lo que no se efectuó ningún control fitosanitario.

4.2.6 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual durante las primeras horas de la mañana; el horario fue determinante, para evitar un mayor desgrane del grano. La fecha de cosecha estuvo en función de la madurez del cultivo. Cuando la mayoría de las plantas de la parcela en general se encontraba en estado de madurez fisiológica: la primera fecha de siembra se cosecho a los 150 días y la segunda fecha de siembra fueron a los 140 días.

Como un indicador de los granos de cañahua, fue presionar con las uñas de los dedos pulgares donde presentaron resistencia, en más del 90% de la población de plantas días antes; también se tomó en cuenta el desgrane que presentaron las plantas de cañahua antes de cosecha (Rodríguez, 2007).

Para la evaluación de la cosecha al momento de extraer las muestras solo se consideraron los dos surcos centrales descartando los surcos laterales para evitar el efecto de borde. Para realizar fines evaluación se recurrió de cosecha al corte de pantas en dos metros lineales (1m²), por cada método de cosecha.

Para determinar las pérdidas durante el empleo de métodos de cosecha, se extendieron telas de tocuyo (algodón) en ambos lados de los surcos las plantas a cortar. La cosecha fue realizada aplicando tres métodos de corte, (arrancado, corte con hoz y corte con tijera de podar).

4.2.6.1 Arrancado

Este método es comúnmente empleado por los agricultores y consiste en arrancar del suelo toda la planta de cañahua incluyendo la raíz.

4.2.6.2 Corte con hoz

Las plantas contenidas en el segmento fueron sujetadas con una mano y con la otra se procedió al corte. Las plantas fueron cortadas a altura de 4 y 5 cm de altura de la superficie del suelo y la inserción de las primeras ramas.

4.2.6.3 Corte con tijeras de podar

La aplicación de este método consistió el corte de plantas con una tijera de podar a una altura 2 y 5 cm de la superficie del suelo y el punto de inserción de las primeras ramas.

Posteriormente el material cosechado fue embolsado en bolsas de polietileno (yutes) por separados y trasladado para el secado en condiciones de medio ambiente durante un periodo de 15 días para después ser pesado y trillado.

4.2.7 Trilla y limpieza del grano

La trilla se realizó cuando las plantas de cañahua presentaron poca humedad, de forma manual agarrando en un recipiente de plástico (bañador) las plantas fueron friccionadas manualmente, se separaron los granos de cañahua del resto de la broza con un tamiz de 2 mm de diámetro y la limpieza del grano se efectuó a través del venteado, separando el grano del jipi, luego el material limpio fue pesado y registrado.

4.3 Metodología de investigación

La metodología del siguiente trabajo de investigación se conformó en cuatro partes:

- **Primero**, se comprendió en el seguimiento del ensayo en campo de los seis cultivares de cañahua.
- **Segundo**, Consistió en el seguimiento de la maduración de los frutos después de la antesis en las plantas seleccionadas hasta el periodo de la cosecha.
- **Tercero**, Comprendió en el seguimiento de la maduración del fruto y la humedad durante su crecimiento hasta la fase de la madurez fisiológica y la instalación de las trampas recolectora lo que es la dehiscencia de granos, recolección de aquenios caídos del desgrane.
- **Cuarto**, Se realizó los métodos de cosecha después de haber concluido la madurez fisiológica, implementada los tres métodos de cosecha: Arrancado,

Hoz y Tejera de podar, para ver el efecto del mayor desgrane en el monto de cosecha.

4.3.1 Diseño experimental

El diseño empleado fue de Bloques al Azar con arreglo en Parcelas Divididas (Calzada, 1982 y Little Hills, 1995), con dos factores; a) los seis cultivares y b) dos fechas de siembra, el número de tratamientos fue el resultado de combinar los dos factores $2 \times 6 = 12$ tratamientos con cuatro repeticiones y un total de 48 unidades experimentales. El modelo lineal del experimento fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde: Y_{ijk} : Una observación cualquiera, μ : Media general del experimento, β_k : Efecto del k-esimo bloque, α_i : Efecto del i-esimo nivel del factor A (fechas de siembra), ε_{ik} : Error de parcela principal (Error a), γ_j : Efecto del j-esimo nivel del factor B (Cultivares de cañahua), $(\alpha\gamma)_{ij}$: Interacción del i-esimo nivel del factor A (Fechas de siembra) con el j-esimo nivel del factor B (Cultivares de cañahua) y ε_{ijk} : Error experimental (Error b).

4.3.1.1 Factores de estudio

Factor A. Fecha de siembra

Las fechas de siembra comprendieron en: F1, primera fecha de siembra y F2, segunda fecha de siembra.

Factor B. Cultivares de cañahua

Este factor estuvo comprendido por seis cultivares: Cv1, Illimani; Cv2, L-300; Cv3, Kullaca; Cv4, Akapuya; Cv5, Warikunca y Cv6, Umacutama.

Para la aplicación de los métodos de cosecha, los datos fueron evaluados bajo el modelo de parcelas divididas con arreglos en Parcelas sub-divididas en Bloques completos al Azar, con cuatro repeticiones. Donde las parcelas grandes corresponden a los fechas de siembra (Factor A), las sub-parcelas correspondieron a los métodos

de cosecha (Factor B). Y a los seis cultivares de cañahua (Factor C). Para el análisis estadístico se tomó en cuenta el modelo lineal aditivo propuesto por Calzada (1982).

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_a + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{jk} + \epsilon_b + \lambda_l + (\alpha\lambda)_{il} + (\gamma\lambda)_{kl} + (\alpha\gamma\lambda)_{jkl} + \epsilon_c$$

Dónde: Y_{ijk} : Una observación cualquiera, μ : Media general del experimento, β_i : Efecto del i-esimo bloque, α_i : Efecto del i-esimo nivel del factor A (fechas de siembra), ϵ_a : Error de parcela principal o parcela mayor (Error a), γ_j : Efecto del j-esimo nivel del factor B (métodos de cosecha), $(\alpha\gamma)_{ij}$: Interacción del i-esimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B (interacción AxB), ϵ_b : Error de sub parcela o parcela menor (error de b), λ_k : Efecto del k-esimo nivel del factor C (cultivares), $(\alpha\lambda)_{ik}$: Interacción del i-esimo nivel del factor A, con el k-ésimo nivel del factor C (interacción AxC), $(\gamma\lambda)_{jk}$: Interacción del j-esimo nivel del factor B, con el k-ésimo nivel del factor C (interacción BxC), $(\alpha\gamma\lambda)_{ijk}$: Interacción del i-esimo nivel del factor A, con el j-esimo nivel del factor B y el k-ésimo nivel del factor C (interacción AxBxC) y ϵ_c : Error experimental (Error c).

Como segundo factor de estudio

Factor A. Fecha de siembra

Las fechas de siembra comprendieron en: F1, primera fecha de siembra y F2, = segunda fecha de siembra.

Factor B. Métodos de cosecha

Este factor comprendido por tres métodos de cosecha: C1; Arrancado, C2; Hoz y C3; Tijera de podar.

Factor C. Cultivares de cañahua

Este factor estuvo comprendido por seis cultivares: Cv1, Illimani; Cv2, L-300; Cv3, Kullaca; Cv4, Akapuya; Cv5, Warikunca y Cv6, Umacutama.

4.3.2 Croquis experimental

La figura 2 presenta la distribución de las unidades experimentales.

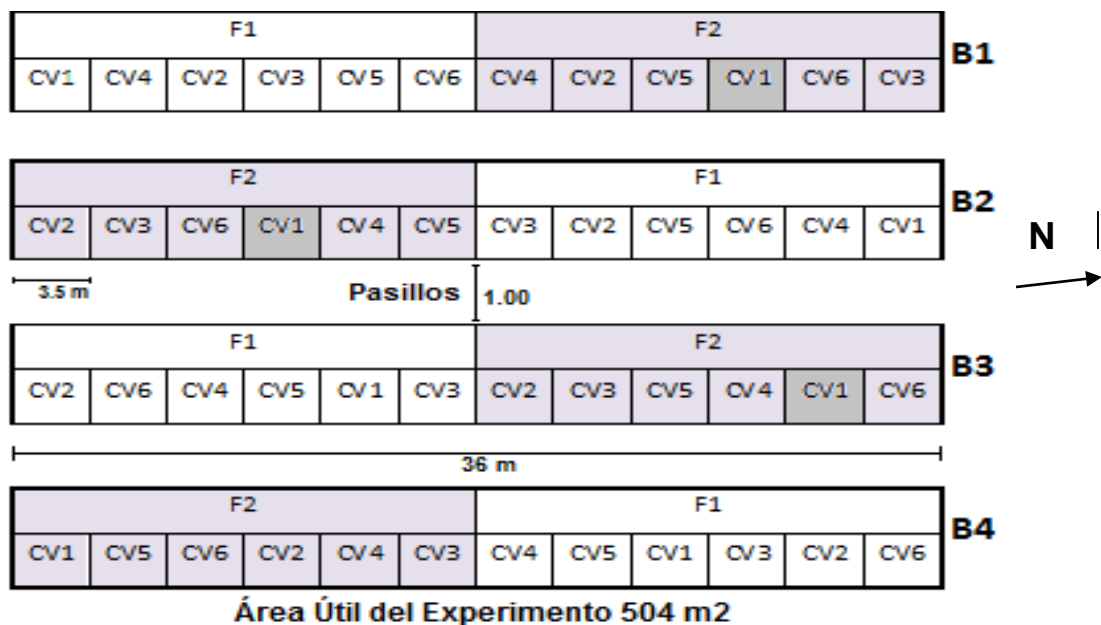


Figura 2 . Croquis experimental del campo

4.3.3 Características del campo experimental

- ✓ Área total del experimento 612 m²
- ✓ Área útil del experimento 504 m²
- ✓ Área del bloque 126 m²
- ✓ Longitud del bloque 36 m
- ✓ Ancho del bloque 3.5 m
- ✓ Distancia entre surcos 0.45 m
- ✓ Distancia entre bloques 1 m
- ✓ Numero de surcos por unidad experimental 6
- ✓ Numero de bloques 4

4.4 Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se consideraron en el presente estudio fueron: fenológicas, las que se miden durante el ciclo fenológico desde la floración a la

cosecha; y agronómicas, con variables de producción considerada al durante la cosecha.

4.4.1 Variables fenológicas

4.4.1.1 Días a la floración

Se procedió a contabilizar los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas de una unidad experimental estaban en plena floración en las ramas principales de la planta.

4.4.1.2 Días a la madurez fisiológica

Se evaluó mediante el recuento de días, desde la fecha de siembra hasta la madurez fisiológica, se observó cuando el follaje y el tallo de las plantas alcanzaron una coloración total, de características propias de los cultivares en las unidades experimentales.

4.4.2 Variables agronómicas

4.4.2.1 Altura de la planta

La altura de la planta se midió a los 40 días después de la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo, midiendo con el flexómetro desde la base del cuello hasta el ápice de la planta en diez plantas marcadas al azar, ubicadas en la parte central de cada unidad experimental evitando el efecto de borde.

4.4.2.2 Número de ramas en el tallo principal

El número de ramas por planta se registró en la fase de madurez fisiológica del cultivo, contando el número de ramas en el tallo principal, desde la base hasta al segundo tercio de la planta, en las diez plantas muestreadas, para las diferentes variedades en estudio.

4.4.2.3 Pérdidas de grano antes de la cosecha

La pérdida de grano antes de la cosecha se evaluaron mediante la instalación de trampas recolectoras; las mismas construidas de alambre galvanizado y barras de cartón prensado (tipo trupan), las dimensiones para el cultivar tipo Lasta 0.70 cm de alto por 0.60 cm de ancho y para el cultivar tipo Saihua 0.90 cm de alto por 0.30 cm de ancho, para todas las unidades experimentales, en vueltos con telas de tul como protección por plantas elegidas al azar, para la recolecta de los granos caídos durante la fase de la dehiscencia (figura 3). La recolección del grano se realizó cada dos días de la semana, para evitar que los roedores y aves se coman el grano.

Lasta 0.6 x 0.70 cm



Saihua 0.30 x 0.90 cm



Figura 3.Trampas recolectoras de grano en el desgrane

4.4.2.4 Pérdidas de grano durante la cosecha

La evaluación de las pérdidas de grano durante la cosecha en los cultivares; se utilizó tul la que se extendió entre los surcos por metro lineal en el área útil en cada unidad experimental, con el objeto de recolectar granos que se pierde, en el momento de la actividad se implementó tres métodos de cosecha: método de arrancado, con hoz y tijeras de podar. Los granos caídos se pesaron en una balanza analítica para ser expresado (kg/ha), (Anexo 5).

4.4.2.5 Rendimiento en grano

Esta variable fue evaluada después de trillar y ventear todas las muestras de cada unidad experimental; se pesó el grano limpio sin impurezas en la balanza analítica y se expresó el rendimiento en kg/ha.

4.4.2.6 Rendimiento en broza

El rendimiento de broza se evaluó por la diferencia entre el peso de la fitomasa (aqueño) y el peso del grano limpio, de la misma manera se expresó en kg/ha, de acuerdo a la siguiente formula:

$$RB = \text{peso total de plantas} - \text{peso total de granos}$$

4.4.2.7 Diámetro de grano

El diámetro de grano se evaluó después de obtener el grano limpio de la cañahua; se tomó quince granos de cañahua al azar de cada unidad experimental, luego se midió el diámetro con calibrador o vernier y las medidas fueron registrados en milímetros.

4.4.2.8 Peso de 1000 semillas

Esta variable se determinó mediante el conteo de 1000 granos representativos de cada tratamiento con cinco repeticiones, el peso se registró en gramos (g) en una balanza analítica de precisión (0.01 g).

4.4.2.9 Peso volumétrico

La determinación del peso volumétrico se realizó en estado de grano seco a temperatura constante de 105 °C por un tiempo de 48 horas, basándose en la metodología propuesta por Chipana, (1992).

Para ello las muestras de cañahua cosechadas se trillaron empleando la técnica de fricción y venteado hasta que se obtiene el grano limpio. A falta de una balanza de Shoop se procedió a la adecuación de un método sencillo; para lo cual se empleó

una probeta graduada de 10 cm³ y sin descuidar los principios básicos de la balanza de Shoper, estimándose el peso volumétrico como la densidad de semilla expresadas en la siguiente relación:

$$\text{Densidad de Semillas (D)} = \frac{\text{Peso (g) de Semillas}}{\text{Volumen (cm}^3\text{) de Semilla}}$$

Para expresar el peso volumétrico, se precedió a relacionar los cálculos pertinentes para los tratamientos de la siguiente forma:

$$D = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{100 \text{ l}}{\text{hl}} = \left(\frac{\text{kg}}{\text{hl}} \right)$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Condiciones climáticas

5.1.1 Temperatura

La Figura 4, presenta al comportamiento de la temperatura mensual, las máximas del aire registraron con extremas a 22 °C (26 nov 2012), el mes de (mar 2013) con una media constante de 10 °C, mientras la temperatura mensual mínima del aire presentaron +6.0 °C (1 y 24 feb 2013) y con mínima extrema de -7.7 °C el (14 y 29 abril 2013), causando daños de severidad en el cultivo.

De acuerdo a la descripción de la figura 4, la variación de la temperatura ha sido de manera normal durante el ciclo del cultivo, sin embargo se presentaron las bajas y las altas temperaturas, cuando las plantas se encontraban en la etapa de madurez fisiológica, en el mes marzo se aceleraron el proceso de maduración. La base datos fueron obtenidos de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, los mismos han servido para explicar las condiciones climáticas ocurridas durante el estudio.

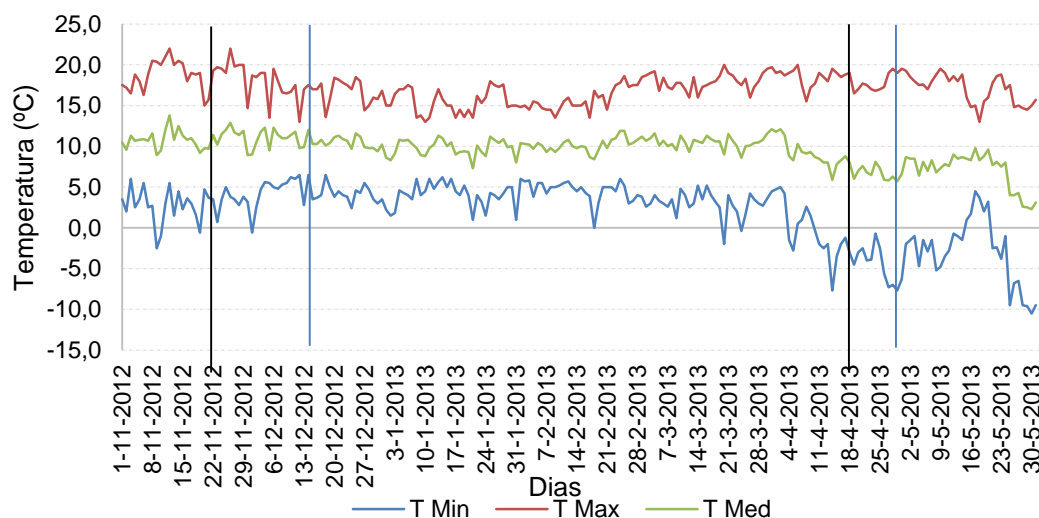


Figura 4. Temperatura registrada durante gestión 2012 – 2013 (SENAMHI, 2013).

5.1.2 Precipitación pluvial

En la Figura 5 se observan las precipitaciones mensuales registradas en la estación de Choquenaira, durante el desarrollo del cultivo de cañahua, las lluvias registradas

alcanzaron a 376.6 mm, desde la siembra hasta la cosecha, donde se puede apreciar que las mayores precipitaciones se registraron en los meses de diciembre, enero y febrero las cuales de 92.6, 89.2 y 75.6 mm respectivamente, por el contrario en marzo con 35.1 mm, mes de abril con 19.8 mm y por último en mayo con 22.5 mm.

Con la finalidad de observar las diferencias registradas por las lluvias de porosidad o capacidad de campo en el desarrollo del cultivo, se comparó el comportamiento de las precipitaciones normales y registradas.

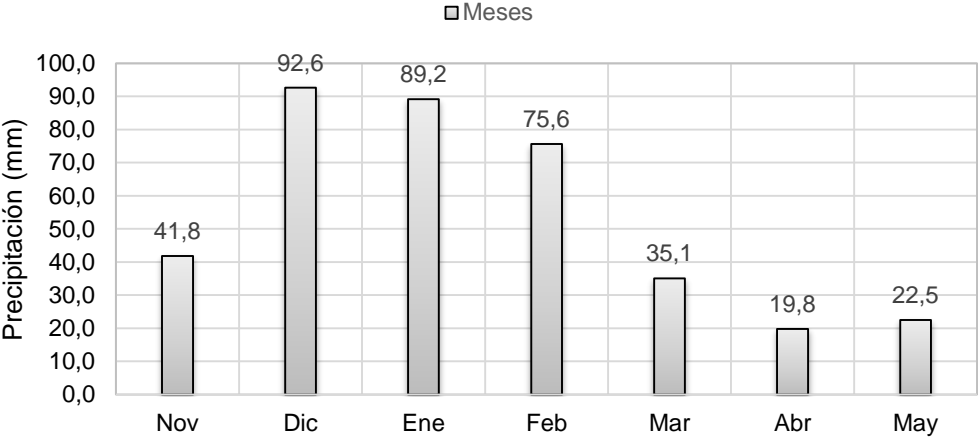


Figura 5. Precipitación pluvial registrada durante la gestión de estudio (SENAMHI, 2013)

Sin embargo, la importancia que representan las lluvias para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, Rodríguez (2005), sugiere una clasificación en períodos de cinco días de los datos diarios de precipitación, para tener una idea clara acerca, si hubo un déficit o exceso de lluvia para el cultivo.

La Figura 6 muestra el comportamiento de la precipitación pluvial de máximas, mínimas y un promedio, indica que durante el desarrollo del cultivo no se presentaron deficiencias de agua, excepto una leve disminución, que se registró para la segunda fecha de siembra en la fase de fructificación en que se encontraban las plantas (25 de marzo a 5 de abril), seguido de una precipitación de 1.3 mm. Las granizadas se hicieron presentes pero no afectaron al cultivo.

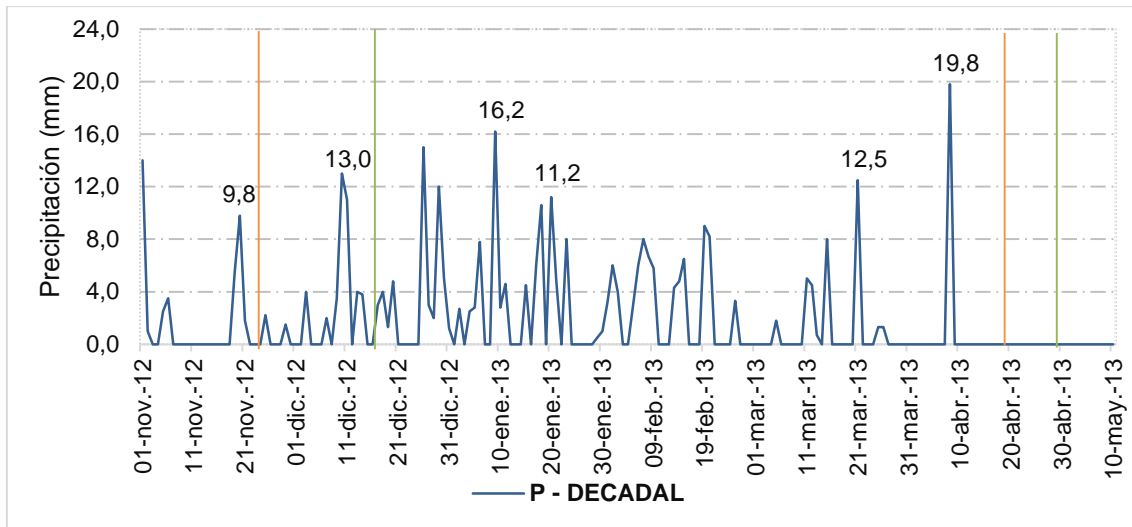


Figura 6. Precipitación Pluvial de máximas y mínimas registradas durante el periodo de estudio (SENAMHI, 2013)

5.1.3 Velocidad de viento

En la Figura 8, se puede observar la velocidad de viento registrada durante el desarrollo del cultivo, con una máximas extrema de 22.6 a 24 km/h con dirección al (Norte), solo en mes de abril y mayo dirección al (Este), este cambio de dirección provocando el desgrane, la media general que presento fue de 15 a 16 km/h y la mínima general de velocidad de viento fue constante.

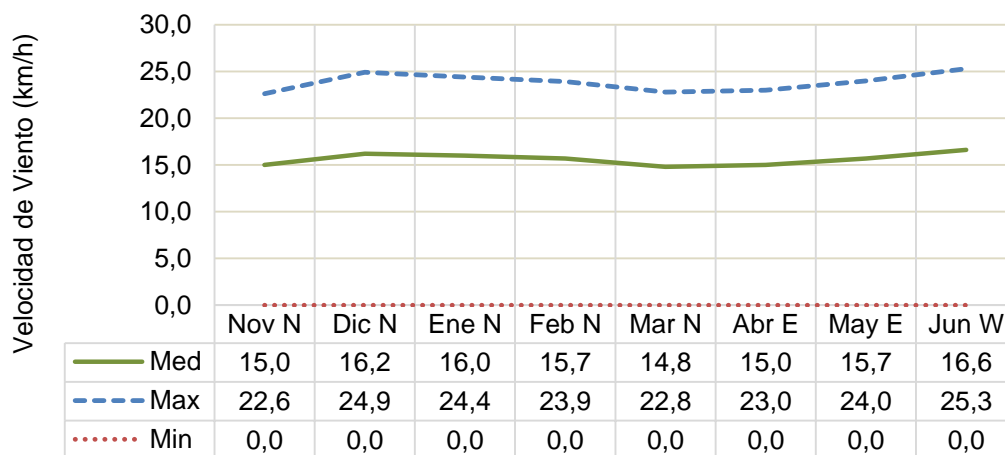


Figura 7. Velocidad de viento máxima y mínima registrada durante el periodo de estudio (SENAMHI, 2013)

5.1.4 Análisis de suelos

De acuerdo al análisis de suelo, efectuado en el laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear "IBTEN" (La Paz), se obtuvo los siguientes resultados de las propiedades físico-químicas del suelo:

- Propiedades físicas.

La Figura 8 y Anexo 5, presenta las características físicas que corresponden a la capa arable del sitio experimental (horizonte 1-20 cm), con una textura franco arcilloso (25 % arena, 39 % arcilla y 36 % limo) y la grava de 2.03 %.

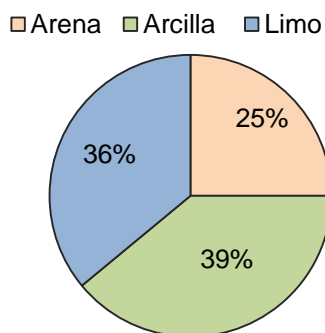


Figura 8. Distribución porcentual de los componentes de la textura del suelo de la parcela experimental

- Propiedades químicas.

El pH es ligeramente básico (7.14); con una conductividad eléctrica baja de 0.117 ds/m, sin problema de sales. El contenido de acidez de cambio (Al + H) de 0.02 meq/100g; calcio intercambiable es alto con un valor de 14.37 meq/100g; contenido de magnesio con un valor de 3.14 meq/100g; el contenido de sodio con un valor de 0.70 meq/100g; el contenido de potasio es muy alto con un valor de 2.45 meq/100g; y la capacidad de intercambio catiónico fue alto con un valor de 20.68 meq/100g correspondiendo a moderado.

- El estado nutricional del suelo.

El aporte de la fertilidad natural del suelo fue alta, con 3.79 % de materia orgánica; el contenido de nitrógeno total presentó un valor de 0.19 %, fósforo asimilable con 42.91 ppm (muy alto).

5.2 Variables fenológicas

5.2.1 Días a la floración

El ANVA (Cuadro 3), para evaluar días a la floración no muestra diferencia significativa entre bloques y entre fecha por cultivar. En contraposición el factor fecha presenta diferencias altamente significativas, lo que significa que días a la floración el cultivo de cañahua son dependientes de la épocas de siembra, varían en función a los cultivares y esta diferencia se atribuyen a las características propias de cada cultivar de cañahua de tal manera que presentó altamente significativo, a una probabilidad estadística del 5%.

Cuadro 3. Análisis de varianza para días a la floración de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	22.500	7.500	1.41	0.2579 NS
Fecha	1	44.083	44.083	8.31	0.0072 **
Error A	3	5.417	1.806		
Cultivar	5	531.25	106.250	20.04	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	57.667	11.533	2.17	0.0835 NS
Error B	30	159.08	5.303		
Total	47	820.00			

NS– No significativo * Significativo ($p < 0.05$). **Altamente Significativo ($p < 0.01$) y ($p < 0.001$)
Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
Coeficiente de Variación (CV) = 2.18 %

El coeficiente de variación es de 2.18%, esto se considere confiable por los datos, ya que este valor se encuentra dentro del rango aceptable el ensayo, propuesto por Calzada (1982), quien indica que para trabajos de campo el coeficiente de variación no debe ser más que 30%.

5.2.1.1 Comparación de medias entre fechas de siembra y cultivares de cañahua

En el Cuadro 4, se observa la prueba de Duncan realizada al 5% de probabilidad días a la floración para los seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra, revela que existen diferencias entre los cultivares de cañahua.

Cuadro 4. Comparación de promedios días a la floración de seis cultivares de cañahua, según la prueba de Duncan

CULTIVAR			FECHAS		
Cultivares	Promedio (Días)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (Días)	Duncan (P<0,05)
Umacutama	112	a	Fecha 1	106	a
Akapuya	106	b	Fecha 2	104	b
L - 300	106	b	Illimani	102	102
Warikunca	103	c	L - 300	106	106
Kullaca	102	c	Kullaca	102	102
Illimani	102	c	Akapuya	106	106
			Warikunca	103	103
			Umacutama	112	112

Mediante una prueba de Duncan, revela que entre fechas de siembra influye las épocas a la floración, razón por factor climática que tiene variación y cambios de temperatura. La primera fecha de siembra tuvo a los 106 días a la floración de 50 % y la segunda fecha de siembra fue a los 104 días a la floración de 50 % promedio.

Mientras el comportamiento entre cultivares fueron muy variados, se observa que el cultivar Umacutama de tipo (Lasta), reporto 112 días a la floración de mayor tiempo en comparación con el resto de los cultivares. Mientras los cultivares L-300 y Akapuya de tipo (Saihua) obtuvieron 106 días a la floración, mientras los cultivares Illimani, Kullaca y Warikunca de tipo (Lasta) registraron 102 y 103 días promedio a la floración, posiblemente esto se deba a un inmediato deshierbe entre los cultivares, durante la época de lluvia para evitar la competencia de nutrientes.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron días a la floración, posiblemente las semillas influyan por ser del local el cultivar Umacutama de tipo Lasta y mejorada los cultivares Illimani, Kullaca y Warikunca de tipo Lasta y los cultivares L-300 y Akapuya de tipo Saihua, provista de PROINPA.

5.2.1.2 Comparación de medias días a la floración de dos fechas de siembra

En la Figura 9, se puede observar los días a la floración para las dos fechas de siembra, fueron producidas las lluvias adecuadas y más horas luz solar en el mes de febrero a abril. A los 102 días después de la siembra (22 de noviembre), para su respectivo floración, se pudo observar que el cultivar Umacutama de tipo (Lasta) tuvo

más tiempo a la floración; atribuible al mayor estrés en el bloque dos y cuatro de la primera fecha de siembra, que el crecimiento ha sido tardío y no tuvo adaptación en el lugar, la primera fecha que presentó 115 días y la segunda a los 109 días a la floración.

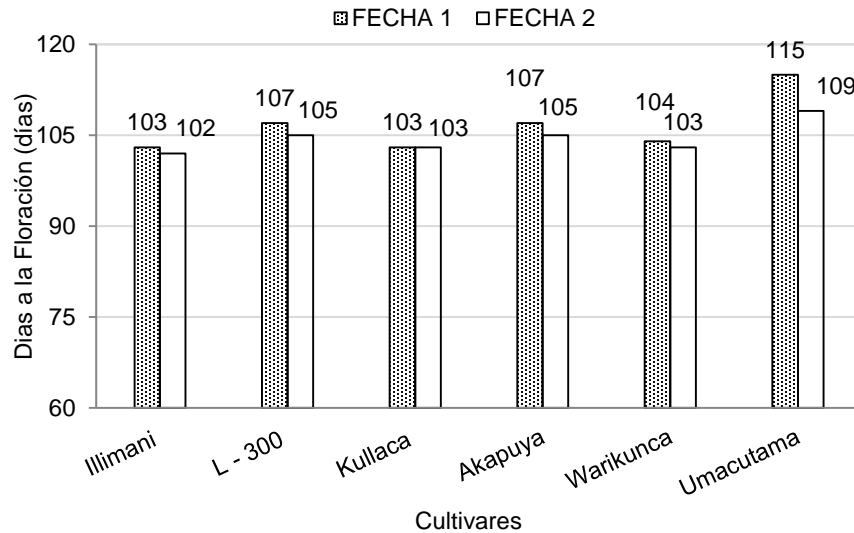


Figura 9. Días a la floración en dos fechas de siembra

Los cultivares de tipo (Lasta) y (Saihua) en dos fechas de siembra presentaron variación de días a la floración. La primera fecha de siembra días a la floración obtuvieron los cultivares de tipo (Lasta) Illimani y Kullaca de 103 días y Warikunca de 104 días promedio, sin embargo el cultivar Umacutama registro la floración tardía de 115 días. Mientras los cultivares de tipo Saihua hábito de crecimiento erguido L-300 y Akapuya registraron 107 días promedio.

Por lo tanto de la segunda fecha de siembra días a la floración, se puede observar los cultivares de tipo (Lasta) Illimani de 102 días, Kullaca de 103 días, Warikunca de 103 días y Umacutama de 109 días promedio, en cambio los cultivares de tipo (Saihua) L-300 y Akapuya de 105 días promedio a la floración. Probablemente se atribuya que los cultivares de tipo Lasta presenta ramificación dispersas y mayor cobertura de la planta facilitando la captación de fotosíntesis, en cambio los cultivares de tipo Saihua presenta ramificaciones acopladas, erguidas y menor cobertura de la planta, eso hace que cause la recepción de fotosíntesis para que tenga floración tardía. (Figura 9).

5.2.2 Días a la madurez fisiológica

En el análisis de varianza (Cuadro 5), se observó que días a la madurez fisiológica, presentaron diferencias no significativas entre Bloques el cual puede atribuirse a las condiciones de homogeneidad del suelo; la presencia de materia orgánica, la pendiente del terreno y las condiciones climáticas.

En cambio en los factores de entre fechas de siembra, entre cultivares y entre fecha por cultivar presentaron diferencias altamente significativas, a una probabilidad estadística al 5% esto significa que días a la madurez fisiológica está en función a los cultivares de características propias de genotípicas y las épocas de siembra el día específico.

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA) de días a la madurez fisiológica de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0,05)
Bloque	3	4.896	1.632	1.45	0.2483 NS
Fecha	1	1,230.187	1,230	1092.15	0.0001 **
Error de A	3	2.563	0.854		
Cultivar	5	314.187	62.837	55.79	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	160.187	32.037	28.44	0.0001 **
Error	30	33.792	1.126		
Total	47	1,745.812			

NS– No significativo * Significativo ($p < 0.05$). **Altamente Significativo ($p < 0.01$) y ($p < 0.001$)
Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
Coeficiente de Variación (CV) = 0.74%

El coeficiente de variación es de 0.74 % considerado confiable los datos, ya que el valor se encuentra dentro del rango aceptable para los ensayos de campo demostrando la alta confiabilidad y que no existe demasiada dispersión de datos, es decir la media es representativa.

5.2.2.1 Comparación de medias días a la madurez fisiológica entre fechas de siembra de seis cultivares de cañahua

Los cultivares estudiadas de tipo (Lasta y Saihua) en el (Cuadro 6), se evidencia la prueba de Duncan al 5%, de días a la madurez fisiológica entre dos fechas de siembra de seis cultivares de cañahua.

Cuadro 6. Comparación de promedios de días a la madurez fisiológica de cultivares de cañahua, según la prueba de Duncan

CULTIVAR			FECHAS		
Cultivares	Promedio (días)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (días)	Duncan (5%)
Umacutama	149	a	Fecha 1	149	a
Akapuya	143	b	Fecha 2	139	b
L - 300	143	b	Illimani	142	
Illimani	142	c	L - 300	143	
Kullaca	142	c	Kullaca	142	
Waricunca	142	c	Akapuya	143	
			Waricunca	142	
			Umacutama	149	
				135	140
				145	150

En la comparación de medias, días a la madurez fisiológica presenta diferencia entre las fechas de siembra, donde la primera fecha de siembra llega ser de grupo A con un madurez fisiológica de 149 días y la segunda fecha de siembra llega ser de grupo B con un madurez de 139 días promedio.

Se evidencia que en el grupo A presenta con más tardía a la madurez fisiológica que fue el cultivar de tipo (Lasta) Umacutama con 149 días, talvez influya por ser el cultivar local, mientras del grupo B los cultivares de tipo (Saihua) Akapuya y L-300 con 143 días promedio a la madurez, en cambio en el grupo C los cultivares de tipo (Lasta) Illimani, Kullaca y Warikunca con 142 días promedio a la madurez fisiológica siendo estos más precoces en la maduración, esta diferencia se atribuye a las características propias de cada cultivar.

Comparando los resultados en el presente investigación con otras, se puede decir que los cultivares de tipo (Lasta) en este caso cultivar Illimani y Kullaca se mostraron más precoces según el Boletín Informativo de PROINPA (2008) quien tuvo el cultivar Illimani 160 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica, y en la cultivar Kullaca 150 días, mostrando la precocidad en la región del Altiplano. Por otra parte los cultivares Illimani con 139 días y Kullaca con 131 días promedio que llegaron a la madurez fisiológica más rápido en comparación de los cultivares de tipo (Saihua) con 150 días en promedio, siendo esta la más tardía por (Ardaya, 2012).

5.2.2.2 Comparación de medias días a la madurez fisiológica de fechas de siembra

En la Figura 10, entre los cultivares estudiados existió alta variabilidad demostrado entre la primera fecha de siembra y la segunda fecha de siembra por la prueba de Duncan al 5% de nivel de significancia días a la madurez fisiológica en la comparación de medias, los cultivares de tipo (Lasta) maduración temprana en cambio los cultivares de tipo (Saihua) maduración tardía.

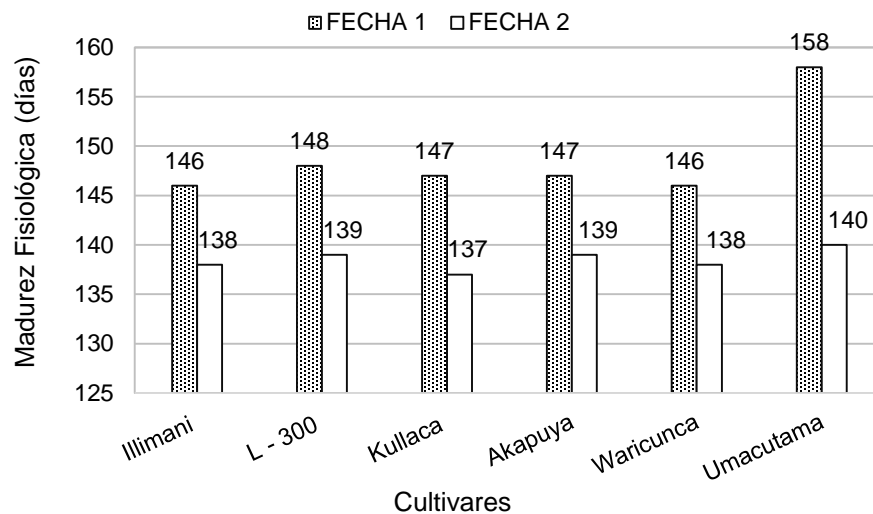


Figura 10. Días a la madurez fisiológica de seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra

Desde la emergencia se pudo evidenciar que el comportamiento de cada cultivar no emparejaba, es decir que los cultivares de tipo (Lasta) siempre demostraron con bastante ramificación alternada, en cambio los cultivares de tipo (Saihua) de crecimiento erguido de la planta, siempre ha demostrado menor cobertura la planta y menor captación de fotosíntesis, eso hace que llegue a una madurez tardío.

Entre las fechas, se puede observar que la primera fecha de siembra tuvo la madurez fisiológica tardía de acuerdo a la comparación de medias, esto significa madurez normal al ciclo del cultivo, la segunda fecha de siembra tuvo maduración temprana por factor climático; con mayor de días luz solar, la incidencia de helada y provocación de fuertes vientos.

5.3 Variables agronómicas

5.3.1 Altura máxima de la planta

Se efectuó el análisis de varianza (Cuadro 7), para evaluar la altura de planta de seis cultivares de cañahua, presentó diferencias estadísticamente no significativas entre bloques y entre fechas de siembra a una probabilidad estadística del 5%, mientras que entre cultivares existe alta diferencia significativa lo que responde que la altura depende principalmente de la genética del cultivar de cañahua.

Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura de planta de dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	130.971	43.657	1.33	0.2823 NS
Fecha	1	84.801	84.801	2.59	0.1182 NS
Error A	3	66.117	22.039		
Cultivar	5	1.943,659	388.732	11.86	0.0001**
Fecha*Cultivar	5	179.604	35.921	1.10	0.3829 NS
Error	30	983.027	32.768		
Total	47	3.388,179			

NS– No significativo * Significativo ($p < 0.05$). **Altamente Significativo ($p < 0.01$) y ($p < 0.001$)
Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
Coeficiente de Variación (CV) = 12.34 %

Por otra parte el factor entre fecha por cultivar presentó diferencias no significativas lo que significa que la altura de planta del cultivo de cañahua, no varía en función de las fechas de siembra que se cultivan, sino por lo que esta diferencia se atribuye a las características propias de cada cultivar de cañahua. El coeficiente de variación es de 12.34 %, considerándose confiable y aceptable para ensayos de campo

5.3.1.1 Comparación de medias para altura de planta entre fechas de siembra en seis cultivares de cañahua

La prueba de medias Duncan, revela para la altura de planta, existen diferencias entre las fechas de siembra y entre los cultivares de cañahua. En el cuadro 8, se observa que las fechas de siembra pertenecen al mismo grupo A de significancia, la primera

fecha de siembra con un altura de 47.71 cm y la segunda fecha de siembra con una altura de 45.05 cm promedio.

Cuadro 8. Comportamiento de medias de altura de planta de seis cultivares de cañahua, según la prueba de Duncan

CULTIVAR			FECHAS		
Cultivares	Promedio (cm)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (cm)	Duncan (5%)
L - 300	55.65	a	Fecha 1	47.71	a
Akapuya	53.76	a	Fecha 2	45.05	a
Warikunca	44.89	b	Illimani	44,09	
Illimani	44.09	b	L - 300	55,65	
Kullaca	42.41	bc	Kullaca	42,41	
Umacutama	37.48	c	Akapuya	53,76	
			Warikunca	44,89	
			Umacutama	37,48	
				0 20 40 60	

En el grupo A presencian los cultivares de tipo (Saihua) L-300 de 55.65 cm y Akapuya de 53.76 cm de altura promedio, superando a los cultivares de tipo (Lastas), mientras el grupo B están conformadas de los cultivares de tipo (Lasta) Warikunca de 44.89 cm, Illimani de 44.09 cm, y Kullaca de 42.41 cm promedio, con un crecimiento intermedio, por otra parte presentan ramificaciones más dispersos, mayor cobertura de planta y por ser cultivares mejoradas y grupo C de tipo (Lasta) Umacutama obtuvo 37.48 cm promedio la altura, más pequeño a los demás cultivares.

La altura de planta que obtuvo los cultivares L-300 y Akapuya puede atribuirse al hábito de crecimiento de tipo Saihua, que se caracteriza por el crecimiento de sus ramas erguidas con poca ramificación y además bajas precipitaciones que se presentó en los meses de noviembre, diciembre y enero, donde las plantas necesitan más agua.

Al respecto Lescano (1994), indica que el cultivo de cañahua necesita buenas condiciones climáticas a los 60 a 90 días después de la siembra, etapa en la que alcanza su máximo crecimiento. Por su parte Choque (2005), obtuvo una altura de planta de 52.1 cm para el ecotipo Saihua rosada en un suelo franco, donde las precipitaciones en el periodo agrícola fueron altas.

En el Cuadro 8, observamos que los cultivares Warikunca, Illimani y Kullaca, obtuvieron en promedio una altura de planta de 43.80 cm. De la misma forma Marín (2002), señala que obtuvo similares resultados en el estudio realizado con los ecotipos (Saihua) roja, (Lasta) roja y (Lasta) amarilla donde obtuvo en promedio 17.47 cm, esto nos explica que las características genéticas de cada variedad son diferentes y que el carácter fenotípico, respecto al color de la planta no influyen en la altura. Por otra parte los cultivares con hábito de crecimiento tipo (Lasta) presentan menor altura cuando las precipitaciones son bajas. Al respecto Quispe (1999), obtuvo una mayor altura de planta con el ecotipo (Lasta) de 40.2 cm, en comparación al ecotipo (Saihua) que obtuvo 39 cm cuando la precipitación durante el periodo agrícola fue de 509.3 mm.

5.3.1.2 Comparación de medias altura máxima de la planta en dos fechas de siembra de seis cultivares

En la Figura 11, entre fechas de siembra y entre cultivares se presentaron estadísticamente diferentes, es decir los cultivares de tipo (Saihua) L-300 y Akapuya con un óptimo de 56.45 cm; de la primera fecha de siembra, en cambio los cultivares de tipo (Lasta) Illimani de 47.2 cm, Kullaca de 45.9 cm, Warikunca de 44.57 cm y Umacutama de 35.67 cm de altura máxima promedio.

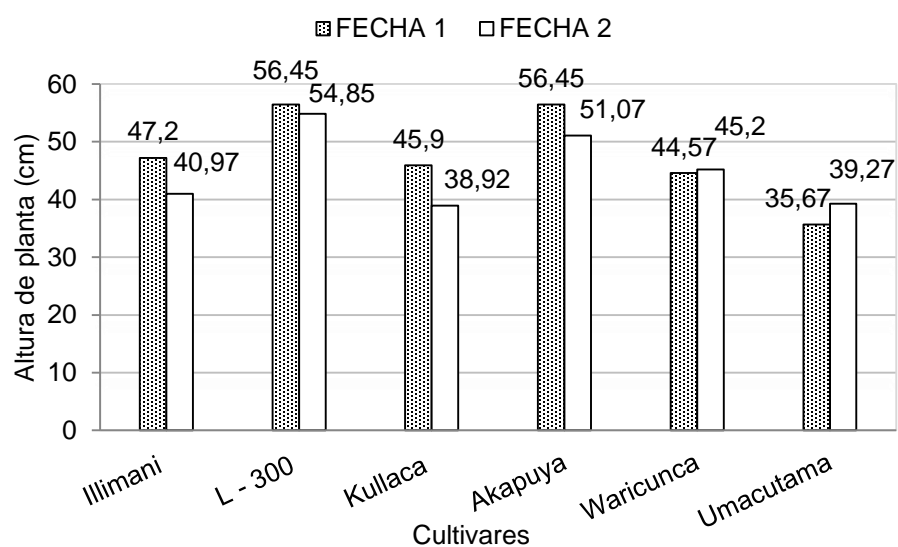


Figura 11. Altura de Planta de seis cultivares de Cañahua en el Centro Experimental de Choquenira

En la segunda fecha de siembra la altura máxima se obtuvieron los cultivares de tipo (Saihua) L-300 de 54.85 cm y Akapuya de 51.07 cm promedio respectivamente y los cultivares de tipo (Lasta) Illimani de 40.97 cm y Kullaca de 38.92 cm; estas dos cultivares inferior a la primera fecha, en cambio Warikunca de 45.2 cm y Umacutama de 39.27 cm promedio; superiores a la primera fecha de siembra.

Se puede atribuirse la altura máxima de la planta, que días antes de la siembra en ambas fechas se presentaron precipitaciones bastantes favorables para la germinación, ya que es de mayor interés capacidad de campo para el crecimiento y desarrollo de las plantas y pueda aprovechar la humedad del suelo necesario.

Es necesario comparar estos resultados con otras investigaciones, los cultivares de hábito de crecimiento tipo (Lasta): Kullaca de 50 cm e Illimani de 54 cm la altura promedio de la planta y las máximas que presentaron del cultivar Kullaca de 51.8 cm e Illimani de 56.2 cm de altura afirma (Pinto *et al.*, 2008), haciendo notar que en la presente investigación estos cultivares promedio no llegaron a esas alturas.

Sin embargo en investigaciones realizadas por PROINPA (2006), en la comunidad de Letanías obtuvieron que las alturas promedio para estas variedades fueran de 30.1 cm para Illimani y 28.4 para Kullaca, inferior a los resultados del experimento realizado (Figura 12).

Por otra parte la variedad Saihua roja, según Arteaga (1996), presenta un promedio de altura de 46.20 cm, y PROINPA (2006), señala que este cultivar en la comunidad de Letanías obtuvo una altura promedio de 50.27 cm.

La figura 13, presenta el crecimiento de los seis cultivares de cañahua durante el ciclo del cultivo en estudio, se determinó el registro cada mes la altura de la planta de cada unidad experimental de las dos fechas de siembra con una altura de promedio.

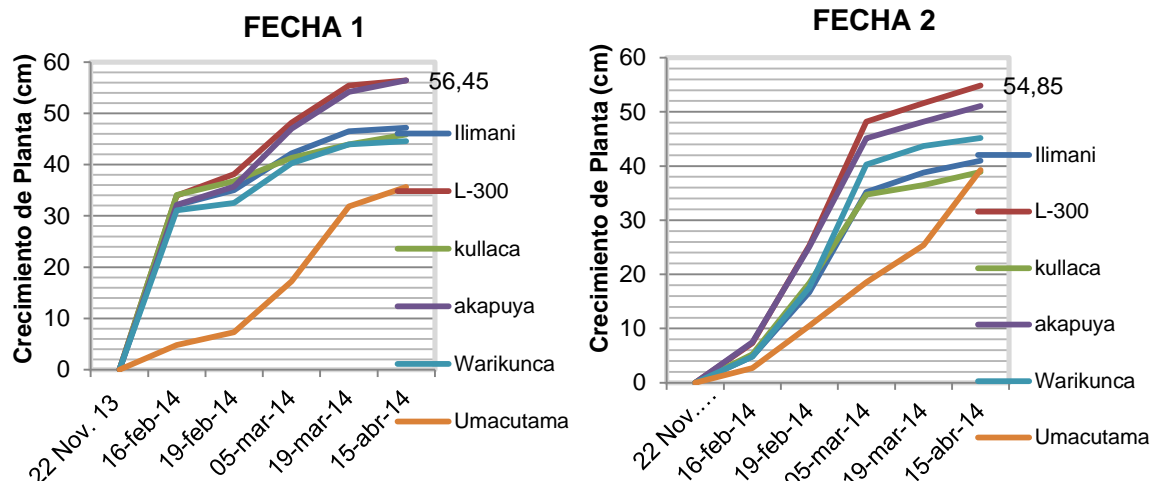


Figura 12. Comportamiento de la altura de planta en el ciclo vegetativo, de seis cultivares de cañahua y dos fechas de siembra

El desarrollo de la planta respecto a la altura tuvo un comportamiento ascendente desde la emergencia, aparición de primeras cuatro hojas verdaderas, desarrollo de las ramas, hasta la floración en el mes de marzo, en cuanto se pudo evidenciar un estancamiento del crecimiento, en esta etapa del cultivo se presentaron mayores cantidades de lluvias registradas, luego el desarrollo del cultivo genera los meses de abril a mayo con un comportamiento normal aunque en estas épocas el cultivo ya se encontraba en su fase final del desarrollo.

5.3.2 Número de ramas en el tallo principal

Cuadro 9. Análisis de varianza (ANVA) para el número de ramas por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	13.229	4.409	1.37	0.2718 NS
Fecha	1	38.521	38.521	11.94	0.0017 **
Error A	3	24.729	8.243		
Cultivar	5	237.354	47.471	14.71	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	24.354	4.871	1.51	0.2164 NS
Error B	30	96.792	3.226		
Total	47	434.979			

NS– No significativo * Significativo ($p < 0.05$). **Altamente Significativo ($p < 0.01$) y ($p < 0.001$)
Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
Coeficiente de Variación (CV) = 8.55%

En el Cuadro 9, se observa que el análisis de varianza para el número de ramas por planta de seis cultivares de cañahua, presento diferencias no significativas para el factor bloques a una probabilidad estadística del 5%, para el factor entre fechas de siembra y entre cultivares reveló diferencias altamente significativos, a una probabilidad estadística inclusive al 1%, esto nos indica que el número de ramas por planta está en función a los cultivares y ecotipos del cultivo de cañahua, sin embargo el factor fecha por cultivar presenta diferencias no significativo.

Por lo tanto la fecha no involucra para la ramificación de la planta son características propias de cultivar local y mejorada, siendo el coeficiente de variación de 8.55 % un valor menor al 30%, considerado confiable y aceptable para ensayos de campo.

5.3.2.1 Comparación de medias para número de ramas en el tallo principal entre fechas de siembra en seis cultivares de cañahua

Cuadro 10. Comportamiento de medias número de ramas de seis cultivares

CULTIVARES			FECHAS		
Cultivares	Promedio (Nº)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (Nº)	Duncan (5%)
Akapuya	24	a	Fecha 1	22	a
Warikunca	23	a	Fecha 2	20	a
L - 300	22	a	Illimani	20	
Illimani	20	b	L - 300	22	
Kullaca	20	b	Kullaca	20	
Umacutama	17	c	Akapuya	24	
			Warikunca	23	
			Umacutama	17	

La prueba de significancia de medias Duncan nos muestra en el cuadro 10, que los cultivares de cañahua presentan diferencias significativas conformando tres grupos, donde el grupo A constituidos por los cultivares de tipo (Saihua y Lasta) Akapuya de 24 ramas, Warikunca de 23 ramas y L-300 22 ramas principales, considerando en el tallo principal de mayor número de ramas, mientras el grupo B está relacionada de los cultivares de tipo (Lasta) Illimani y Kullaca de 20 ramas y por último el grupo C constituida por el cultivar tipo (Lasta) Umacutama de 17 ramas promedios, esto por ser cultivar local.

Por lo tanto entre fechas de siembra en comparación de medias Duncan casi no muestra diferencias significativas, hay una correlación entre fechas y estas se demuestran dentro del grupo A, donde la primera fecha de siembra obtuvieron 22 ramas y la segunda fecha de siembra llegaría a 20 ramas en promedio.

Los cultivares de Warikunca y Akapuya obtuvieron un promedio de 6 ramas por planta al respecto Quispe (2003), también señala que en un estudio realizado con los cultivar Saihua rosada, Saihua roja y Lasta roja a una densidad de siembra de 9 kg/ha, obtuvo en promedio 4 ramas por planta. Por su parte Marín (2002) y el IPGRI, (2005), indican que el cultivar Saihua de crecimiento erecto se caracteriza por presentar ramificaciones escasas.

Esta diferencia puede atribuirse a que en los surcos de los cultivares del grupo B Lasta hubo mayor número de plantas en comparación al del grupo A, realizándose el deshierbe a los 75 días después de la siembra. Al respecto Tapia (1990), indica que el deshierbe se realiza a los 50 días después de la siembra y el raleo de las plantas enfermas y débiles se efectúa para evitar la competencia de nutrientes, luz y agua, dando el espacio necesario para el desarrollo normal de las plantas.

La cual explica que los cultivares con hábito de crecimiento tipo Lasta requieren raleos y además los deshierbes deben ser oportunos para obtener plantas con un buen número de ramas.

5.3.2.2 Comparación de medias número de ramas en el tallo principal en dos fechas de siembra de seis cultivares de cañahua

La figura 14, presenta el número de ramas en el tallo principal, estadísticamente se obtuvieron diferencias entre fechas de siembra y entre cultivares. En la primera fecha de siembra obtuvieron ramificaciones los cultivares de tipo (Saihua) L-300 de 23 ramas y Akapuya de 24 ramas promedio y los cultivares de tipo (Lasta) Illimani de 22 ramas, Kullaca de 22 ramas, Warikunca de 23 ramas y por ultimo Umacutama de 17 ramas promedio en el tallo principal de la planta respectivamente, es necesario aclarar que estos dos ecotipos son de hábito de crecimiento Saihua (erguido) y Lasta (arbustiva).

En cambio en la segunda fecha de siembra con mayor número de ramificaciones representativas igual la primera fecha fueron los cultivares de tipo (Saihua) L-300 y Akapuya de 22 ramas y 23 ramas promedio, mientras los cultivares de tipo (Lasta) Warikunca de 22 ramas con más numerosa de ramas de su ecotipo y las más vigoroso, mientras Illimani de 19 ramas, Kullaca de 18 ramas y Umacutama de 17 ramas promedio.

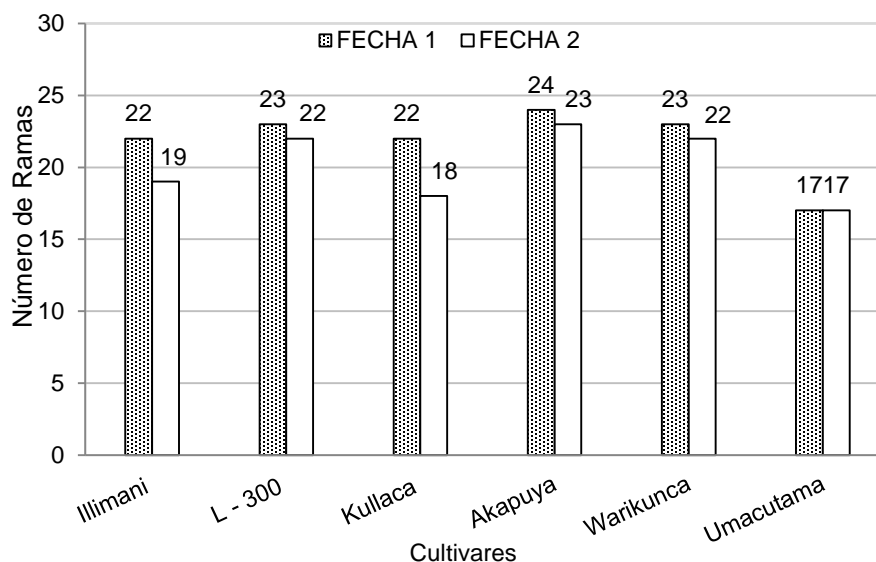


Figura 13. Número de ramas en el tallo principal de seis cultivares de cañahua

La diferencia de número de ramas en el tallo principal es de acuerdo a las características propias de cada cultivar, por ejemplo el cultivar Umacutama fue del Local y los otros cultivares fueron mejoradas, hace que influya con relación al desarrollo de las plantas y la altura; mientras mayor altura sea la planta mayor es la ramificación, también se considera el suelo tenga fertilidad, rotación del cultivo y labores culturales precisos.

5.3.3 Pérdidas de grano antes de la cosecha

El análisis de varianza para las pérdidas de grano antes de la cosecha (g) se presenta en el cuadro 11, a una probabilidad estadística del 5%, donde se observa que entre bloques del cultivo no existen diferencias significativas, mientras los factores entre fechas de siembra y cultivares representan diferencias altamente significativas, quiere

decir las épocas de siembra influye en el desgrane por ser característica de cada cultivar y también influye la madurez descontinuas en el desarrollo; unos están granos lechosos, granos pastosos y los otros en floración en la misma panoja de la planta de cañahua.

En cambio en el factor entre fecha por cultivar presento diferencias no significativas a una probabilidad estadística al 1%, esto nos indica que la dehiscencia de granos de la plantas está en función al tipo de cultivar (Lasta y Saihua).

Cuadro 11. Análisis de varianza para las pérdidas de grano antes de la cosecha de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	5.247	1.749	1.78	0.1726 NS
Fecha	1	15.357	15.357	15.61	0.0004 **
Error A	3	1.065	0.355		
Cultivar	5	305.514	61.103	62.12	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	11.591	2.318	2.36	0.0643 NS
Error B	30	29.509	0.984		
Total	47	368.282			

NS– No significativo * Significativo ($p < 0.05$). **Altamente Significativo ($p < 0.01$) y ($p < 0.001$)
 Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
 Coeficiente de Variación (CV) = 26.22 %

El coeficiente de variación es de 26.22 %, muestra la confiabilidad de los datos, ya que este valor se encuentra dentro del rango aceptable, el valor es menor al 30 %, considerado confiable y aceptable para ensayos de campo.

5.3.3.1 Comparación de medias en la dehiscencia de granos durante el desarrollo del grano de cañahua

La prueba de significancia de medias Duncan al 5% de probabilidad para las pérdidas de granos antes de la cosecha; se pudo observar en dos grupos entre fechas de siembra y entre cultivares cuatro grupos estadísticamente diferentes en el cuadro 12.

El grupo A está relacionada a la primera fecha de siembra, con un desgrane de 4.35 gramos por planta significa que tiene una pérdida de 16.03 %, en cambio el grupo B

relaciona a la segunda fecha de siembra de 3.22 gramos por planta lo que significa el 13.21 % de la dehiscencia de granos de cañahua.

Cuadro 12. Comportamiento del desgrane antes de la cosecha de seis cultivares de cañahua

Cultivares	CULTIVARES			FECHAS			
	Promedio (g)	%	Sig.	Fechas de Siembra	Promedio (g)	%	Sig.
Illimani	8.32	20.83	a	Fecha 1	4.35	16.03	a
Kullaca	4.78	14.76	b				
Warikunca	4.73	11.76	b				
Umacutama	2.45	25.34	c	Fecha 2	3.22	13.21	b
L - 300	1.79	11.03	c				
Akapuya	0.62	3.853	d				

El grupo A del cultivar tipo (Lasta) Illimani de 8.32 g/p expresada al 20.83% que presentó mayor desgrane de los cultivares, posiblemente este comportamiento se atribuya a un madurez temprana; además por su hábito de crecimiento y desarrollo morfológico tienen mayor cobertura por unidad de superficie expuesta a las incidencias. Esta pérdida de grano es que la planta tiene una maduración desuniforme durante el ciclo de formación de granos (lechoso y pastoso) hasta la madurez fisiológica (Anexo 3).

Mientras en el grupo B conformado por los cultivares de tipo (Lasta) Kullaca y Warikunca, que ambos presentaron pérdidas de granos similares de 4.78 g/p y 4.73 g/p, expresadas en 14.76 % y 11.76 %, posiblemente este comportamiento sea efectuado porque ambos cultivares son susceptibles al igual que anterior cultivar a las lluvias, granizadas algún movimiento provocado; además por el hábito de crecimiento y el desarrollo morfológica que tienen mayor cobertura de planta (arbustiva) y superficie expuesta.

En el grupo C conformado por los cultivares tipo (Lasta) Umacutama y de tipo (Saihua) L-300, evidencian la pérdida de grano antes de la madurez fisiológica de 2.45 g/p y 1.79 g/p promedio, las mismas expresaron de 25.34 % y 11.03 % en promedio, estos cultivares tienen diferentes formas de crecimiento, los cultivares de tipo Lasta son más

expuestas a la incidencia de condiciones climáticas, I tiene parcialmente la cobertura de la planta, tanto en hábito de crecimiento y desarrollo morfológico mientras el cultivar Saihua presenta menor desgrane a comparación de Lasta, su hábito de crecimiento es erguido presenta menor cobertura por unidad de superficie expuesta al sol, a las lluvias y granizadas.

En el grupo D el cultivar de tipo (Saihua) Akapuya presento un valor de pérdida de grano menor que las anteriores de 0.62 g/p antes de la cosecha, el mismo presenta el 3.85 % de la dehiscencia, este cultivar tiene el hábito de crecimiento erecto, menor cobertura por unidad de superficie igual que L-300 y es más resistente a los factores climáticos. Al respecto Rojas *et al.* (2004), indican que en evaluaciones de escuelas de campo, los agricultores informaron que los ecotipos Saihuas son menos vulnerables a las heladas y granizadas.

Es necesario comparar estos resultados con otras investigaciones, el comportamiento de susceptibilidad y resistencia a las lluvias o granizadas en los cuatro cultivares de cañahua, se pueden atribuir posiblemente a características genéticas propias de cada cultivares. Ya que todos los cultivares se hallaron bajo las mismas condiciones climáticas durante su crecimiento. Así mismo se pudo observar que la maduración de los granos de cañahua es heterogénea; porque en una misma planta se encontró granos maduros, pastosos y lechosos. Las pérdidas de grano antes de la cosecha pueden variar de un año a otro, dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten.

El porcentaje de pérdidas de granos antes de la cosecha, obtenidas en el presente trabajo, son bajos con respecto a los reportes de Tapia (1997), quien indica que la cañahua presenta una dehiscencia (caída de grano) variable, con lo cual se confirma que es un cultivo en proceso de domesticación. Este autor señala que las pérdidas de grano antes y durante la madurez pueden alcanzar en algunos ecotipos hasta un 30% de la producción total. Así mismo indica que las granizadas que ocurren en el mes de marzo pueden afectar seriamente la producción de grano, ocasionando pérdidas de hasta 80%.

Al respecto Gareca (1996), señala que ante la presencia de factores climáticos adversos (vientos, lluvias y granizadas) en el altiplano, es importante no postergar la cosecha para después de la madurez fisiológica, debido a que existe el riesgo de perder considerablemente la producción.

Para Obrador (1984), la cosecha no debe realizarse tardíamente, porque trae consigo los siguientes problemas: pérdidas por desgrane, por pájaros o roedores y daños por lluvias.

5.3.3.2 Comparación de medias en las pérdidas de grano antes de la cosecha en dos fechas de siembra de seis cultivares

Para obtener la cantidad del desgrane, se instaló trampas recolectoras para cuantificar, a mediados de la fase de floración, las dimensiones que se empleó en Lastas fue de 0.70 cm de alto y 0.60 cm de ancho y para Saihuas 0.90 cm de alto y 0.30 cm de ancho en todas las unidades experimentales, cuyo propósito es de cuantificar la perder de grano en el desarrollo y para evitar la caída al suelo o al superficie, todo esto se realizó a los 115 días después de la siembra, el material utilizado fueron alambre galvanizado para el soporte, tul en la base y gaza cubierta en los cuatro lados de tal forma que no interfiera el crecimiento y el desarrollo en la fase de maduración de granos, (Anexo 3).

La figura 14 se puede apreciar las fluctuaciones del desgrane antes de la cosecha el cual fue provocado por las lluvias que se presentaron durante el mes de marzo y abril. Los cultivares con mayor desgrane de la primera fecha de siembra fueron cultivares tipo (Lasta) Illimani de 8.89 g/p, Kullaca de 5.88 g/p, Warikunca de 5.06 g/p y Umacutama de 2.55 g/p los que menos desgrane causaron fueron los cultivares de tipo (Saihua) L-300 con 3.11g/p y Akapuya con 0.62 granos/planta en promedio.

En la segunda fecha de siembra los seis cultivares de cañahua también se evidencian el desgrane antes de la cosecha, de forma muy variado entre cultivar, los cultivares de Lasta Illimani de 7.75 g/p, Kullaca de 3.67 g/p, Warikunca de 4.45 g/p y Umacutama de 2.36 g/p promedio hasta la cosecha, en cambio los cultivares de Saihua L-300 de 0.48 g/p y Akapuya de 0.60 g/p las que menos desgrane presentaron antes de la

cosecha. Al respecto Choque (2005), indica que el ecotipo Saihua Roja presenta una madurez fisiológica tardía.

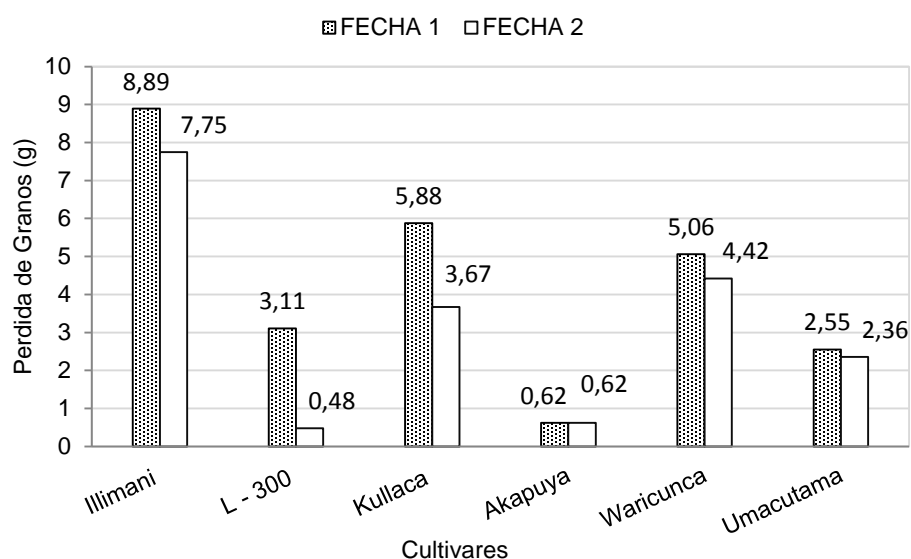


Figura 14. Pérdidas de grano antes de la cosecha en dos fechas de siembra de seis cultivares de cañahua

Por su parte Copeticona (1999), indica que en el ecotipo Saihua Roja la madurez de los granos se da con mayor uniformidad. Mientras en los ecotipos Lasta Púrpura, Lasta Amarilla y Lasta Rosada se presentó pérdidas de grano las cuales estuvieron en un rango de 0.60 a 1.36 kg/ha.

Al respecto Choque (2005), señala que el ecotipo Lasta Púrpura presenta una madurez fisiológica temprana. Estas fluctuaciones en las pérdidas de grano antes de la cosecha se pueden atribuir a la maduración heterogénea de los granos en una misma planta. Mientras que las diferencias con relación a la madurez fisiológica se pueden atribuir a características genéticas propias de cada cultivar, ya que los seis cultivar estuvieron en las mismas condiciones edafoclimáticas.

5.3.4 Pérdidas de grano durante la cosecha

El cuadro 13, en el análisis de varianza para las pérdidas de grano durante la cosecha (kg/ha) fueron evaluadas, cuyo resultado muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques, entre fechas de siembra, interacción fechas de siembra por método de cosecha, interacción fechas de siembra por cultivar y para la interacción

fecha por cosecha por cultivar. En cambio se puede observar diferencias altamente significativas entre métodos de cosecha, entre cultivares de cañahua y entre interacción método de cosecha por cultivares.

Cuadro 13. Análisis de varianza para las pérdidas de grano de cañahua durante la cosecha.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	35.679,67	11.893,22	1.52	0.2159 NS
Fecha	1	2.430,42	2.430,42	0.31	0.5793 NS
Error A	3	120.110,69	40.036,89		
Cosecha	2	1.695.701,60	847.850,80	108.03	<.0001 **
Fecha*Cosecha	2	12.858,83	6.429,41	0.82	0.4440 NS
Error B	12	235.313,30	19.609,44		
Cultivar	5	2.083.746,34	41.6749,3	53.1	<.0001 **
Fecha*Cultivar	5	27.285,1	5.457,02	0.7	0.6283NS
Cosecha*Cultivar	10	379.403,09	37.940,31	4.83	<.0001 **
Fecha*Cosecha*Cultivar	10	51.748,6	5.174,86	0.66	0.7588 NS
Error C	90	706.358,02	7.848,42		
Total	143	5.350.635,65			

NS– No significativo * Significativo ($p < 0.05$). **Altamente Significativo ($p < 0.01$) y ($p < 0.001$)
 Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
 Coeficiente de Variación (CV) = 26.14 %

Siendo el coeficiente de variación de 26.14 %, un valor menor al 30 % se encuentra dentro del rango aceptable para trabajos de campo, el cual muestra la confiabilidad de los resultados experimentales que se obtuvieron.

5.3.4.1 Comparación de medias entre métodos de cosecha en dos fecha de siembra

Según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad (Cuadro 14), presentó diferentes grupos estadísticamente; en comparación entre las fechas de siembra la primera fecha se expuso de 342.9 kg/ha que significa al 15.01 % y la segunda fecha se expuso 334.7 kg/ha que significa al 22.17 % de pérdida de grano durante la cosecha en promedio.

En la primera fecha de siembra la mayor pérdida de grano que presentó fue el grupo A conformado por el método de cosecha arrancado, la misma que alcanzó pérdidas

de grano promedio de 480.69 kg/ha lo que significa al 19.86 %, el método que más causó la pérdida en la aplicación de cosecha. Esto se puede atribuir a las manipulaciones y la fuerza con la que se opera con las manos en el momento del arrancado de la planta, el cual provoca vibraciones a la planta produciendo mayor desgrane.

En el grupo B conformado por los métodos de cosecha hoz y tijeras de podar, las pérdidas fueron de 335.07 kg/ha y 212.95 kg/ha, lo que representan en porcentajes fueron de 15.25 %, y 9.62 % respectivamente. Con estos métodos de cosecha las plantas al momento del corte no fueron las mismas de manera que cada método fue a sus propias características.

Mientras que en la segunda fecha de siembra la mayor pérdida de granos que tuvo fue el grupo A por el método de cosecha Arrancado, con un alcance de 481.17 kg/ha lo que representa al 30.23 % de pérdida, superando a los demás métodos de cosecha. En el grupo B constituida por método de cosecha Hoz de 300.61 kg/ha, lo que representa al 19.82 %. Y en el grupo C por el método de cosecha Tijera de podar de 222.27 kg/ha, lo que representa al 15.64 % respectivamente.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para promedios de las pérdidas de grano entre los diferentes métodos de cosecha

FECHAS			METODO DE COSECHA		
Fechas de Siembra	Promedio (kg/ha)	%	Cosecha	Promedio (kg/ha)	%
Fecha 1	342.9 a	15.01	Arrancado	480.69 a	19.86
			Hoz	335.07 b	15.25
			Tijera	215.57 b	9.62
Fecha 2	334.7 a	22.17	Arrancado	481.17 a	30.23
			Hoz	300.61 b	19.82
			Tijera	222.27 c	15.64

La más apropiado en evitar las pérdidas de grano en el momento de corte o arrancado fue por el método de cosecha la tijera de podar, por ser una herramienta más práctico, fácil de manipular sin que la planta sufra o se cause la caída de los granos (desgrane)

Al respecto Gareca (1996), realizado en el cultivo de quinua en el altiplano sur obtuvo las menores pérdidas de grano con la cosecha de hoz y arrancado las pérdidas fueron mayores de 2.3 kg/ha y 2.86 kg/ha respectivamente.

Por su parte la FAO (1992), indica que para disminuir las pérdidas de grano, es importante cosechar en el momento oportuno, es decir cuando las plantas alcanzan su madurez fisiológica. Porque el retraso de su cosecha más allá de su madurez fisiológica influye para que se produzca un alto porcentaje de pérdidas de grano durante la cosecha. Por otra lado centro Quipaquipani obtuvo las pérdidas de grano por los métodos de cosecha arrancado, tijeras de podar y hoz que alcanzó 293.71 kg/ha, 243.99 kg/ha y 237.60 kg/ha respectivamente. Estas pérdidas expresadas en porcentaje significaron el 8.98%, 8.14% y el 7.66% respectivamente.

5.3.4.2 Comparación de medias en la perdida de granos entre cultivares y entre fecha de siembra

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad (Cuadro 15), muestra tres grupos estadísticamente diferentes y entre fechas de siembra son similares. La más pérdida de grano que tuvo durante la cosecha se muestra en el grupo A correspondientes a los cultivares de Lasta Illimani de 469.13 kg/ha, Warikunca de 461.07 kg/ha y Kullaca de 429.92 kg/ha superiores a los demás cultivares respectivamente.

Cuadro 15. Comportamiento de la perdida de granos durante la cosecha de seis cultivares

CULTIVAR				FECHAS			
Cultivares	Promedio (kg/ha)	%	Sig.	Fechas de Siembra	Promedio (kg/ha)	%	Sig.
Illimani	469.13	21.65	a	Fecha 1	342.9	15.01	a
Waricunca	461.07	18.39	a	Fecha 2	334.69	22.17	a
Kullaca	429.92	22.8	a				
Umacutama	293.44	23.59	b				
L - 300	190.97	10.66	c				
Akapuya	188.22	10.52	c				

Cultivar	Grain Loss (kg/ha)
Illimani	469.13
L - 300	190.97
Kullaca	429.92
Akapuya	188.22
Waricunca	461.07
Umacutama	293.44

En el grupo B fue el cultivar Lasta Umacutama de 293.44 kg/ha, menor cantidad a las otras cultivares de Lasta. Mientras en el grupo C las pérdidas de grano fueron los cultivares de tipo (Saihua) L-300 de 190.97 kg/ha y Akapuya de 188.22 kg/ha. Estas diferencias cuantificadas de mayor o menor pérdida de grano durante la cosecha se pueden atribuir posiblemente a la madurez precoz heterogénea de los granos, también a las caracteres genotípicos y fenotípicos propios de cada cultivar.

En cambio entre fechas de siembra fueron similares en el mismo grupo A, la primera fecha de siembra fue de 342.90 kg/ha, esto significa el 15.01 % de pérdida y la segunda fecha de siembra fue de 334.69 kg/ha, esto refleja el 22.17 % de pérdida en promedio.

Al respecto Gareca (1996), indica que las pérdidas de grano son mayores, cuando la cosecha se efectúa después de la madurez fisiológica, debido a que el grano al encontrarse más maduro es más susceptible a caer.

5.3.4.3 Comparación de medias en la pérdida de grano durante la cosecha en dos fechas de la siembra de seis cultivares de cañahua

La figura 15, se observa que en los seis cultivares de cañahua, las mayores pérdidas de grano durante la cosecha, se evidencian por el método de Arrancado, esto se puede atribuir a la velocidad con la que se cosecha, el cual provoca a las plantas las mayores pérdidas de grano y por su efecto de manipulación, en la comparación se puede observar que existen diferencia significativa en la pérdida de grano de los métodos de cosecha arrancada y hoz, frente al método de cosecha con tijeras de podar en los seis cultivares de cañahua en dos fecha de siembra.

Esta forma de agrupación se realizó debido a que los métodos de arrancado y hoz son los métodos de cosecha que más realizan los agricultores en el cultivo de cañahua o sea son los métodos de cosecha más comunes; además con ambos se obtuvo un promedio similar de pérdidas de grano. Mientras el método de cosecha con tijeras de podar se evita las mayores pérdidas y son menos utilizadas por los agricultores.

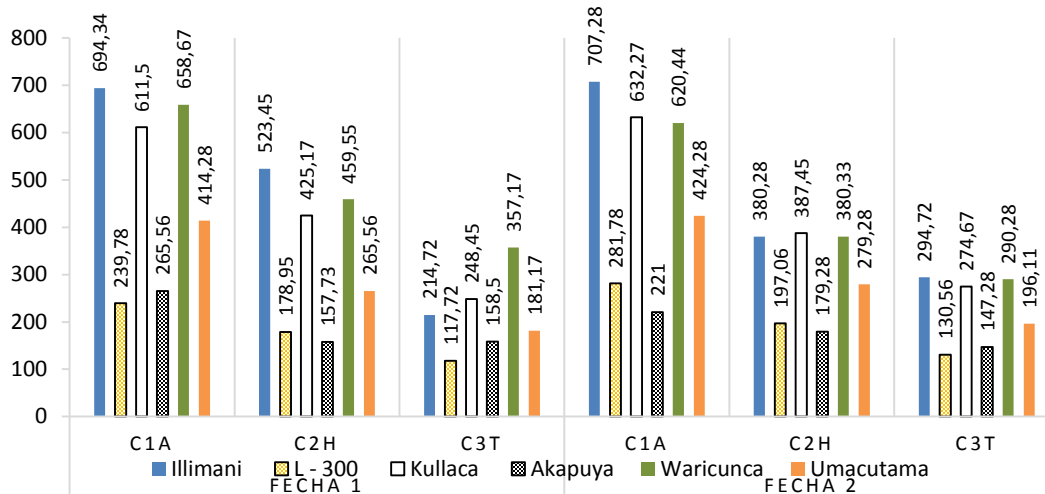


Figura 15. Pérdidas de grano (kg/ha) durante la cosecha en seis cultivares de cañahua.

Comparando entre métodos de cosecha de arrancado, hoz y tijera, las que tuvieron más pérdidas fueron los cultivares de tipo (Lasta) Illimani, Kullaca, Warikunca y Umacutama son las que tienden caer en su estado de madurez en el momento de cosecha, eso quiere decir que se puede realizar la cosecha con el método de tijera la que tuvo poca pérdida de granos, mientras en los cultivares de tipo (Saihua) L-330 y Akapuya fueron más resistencia a perder la cantidad a significancia que Lastas estadísticamente (Figura 15).

Por lo tanto el promedio más alto en las pérdidas de grano durante la cosecha corresponde al Arrancado con 694.34 kg/ha de la primera fecha de siembra y en la segunda fecha de 707.28 kg/ha debido al movimiento de manipuleo que se opera en el Arrancado, el cual provoca mayores pérdidas de grano. En cambio con las tijeras de podar estas pérdidas de grano fueron menores de 214.72 kg/ha de la primera fecha y en cambio la segunda fecha, del mismo cultivar Illimani fue de 294.72 kg/ha las mismas características son observadas en los demás cultivares en la (Figura 15).

5.3.5 Rendimiento en grano

En el análisis de varianza para el rendimiento de grano (kg/ha) en el cuadro 16, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques porque fueron homogéneas la topografía del suelo y del desarrollo de las plantas. En cambio para

factor entre fecha de siembra y entre cultivares presentaron diferencias altamente significativas, esto tiene que ver por las épocas de siembra y un buen manejo de labores culturales en la competencia de nutrientes y la interacción de fecha por cultivar presento diferencias significativas, el cual indica que el rendimiento de grano varía en función de época de siembra y características propias de cada cultivar.

Cuadro 16. Análisis de varianza en el rendimiento en grano de seis cultivares de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	293.207,69	97.735,9	0.74	0.5360 NS
Fecha	1	9.494.155,64	9.494.155,64	71.97	<.0001 **
Error de A	3	1.498.993,69	499.664,56		
Cultivar	5	6.713.610,63	1.342.722,13	10.18	<.0001 **
Fecha*Cultivar	5	2.179.086,06	435.817,21	3.3	0.0171 *
Error	30	3.957.369,15	131.912,31		
Total	47	24.136.422,9			

NS– No significativo * Significativo (p<0.05). **Altamente Significativo (p<0.01) y (p<0.001)
 Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
 Coeficiente de Variación (CV) = 25.34 %

Siendo el coeficiente de variación de 25.34 %, un valor menor al 30 % se encuentra dentro del rango aceptable para trabajos de campo, el cual muestra la confiabilidad de los resultados experimentales que se obtuvieron.

5.3.5.1 Comparación de Medias entre seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra

La prueba de comparación de medias de Duncan en el cuadro 17, nos muestra que existen diferencias significativas en el rendimiento de grano entre fechas y entre cultivares de cañahua conformado por grupos. Las fechas de siembra mostraron diferencias en el rendimiento de acuerdo a la época de siembra, la primera fecha de siembra se expresó de 1877.9 kg/ha de grano y en la segunda fecha de siembra se expresó de 988.4 kg/ha por rendimiento de grano en promedio respectivamente.

Mientras los cultivares se expresaron de acuerdo al ecotipo, el cultivar de tipo (Lasta) Warikunca de grupo A obtuvo superioridad en el rendimiento de 2077.3 kg de grano/ha, seguido por el grupo B conformado por cultivares de tipo (Saihua y Lasta) L-300,

Akapuya, Kullaca e Illimani de 1608.2, 1446.4, 1393 y 1234.2 kg de grano/ha respectivamente y por último el grupo C constituido por el cultivar de tipo (Lasta) Umacutama, que obtuvo menor rendimiento de 839.7 kg de grano/ha.

El resultado obtenido por el cultivar Warikunca en el rendimiento fue un promedio de 2077.3 kg de grano/ha, esto nos indica que el hábito de crecimiento tipo lasta favoreció a obtener mayor rendimiento que los de más cultivares; mientras sea mayor altura, mayor cobertura y mayor número de ramas el aporte de grano es mayor en el rendimiento, de la misma forma el tipo de suelo es un aspecto que influye, corroborando por Tapia (1997), quien indica que el cultivo de cañahua se comporta mejor en suelos de textura franco arcillosos.

Cuadro 17. Comparación de medias en el rendimiento de grano con respecto a las cultivares de cañahua

Cultivares	CULTIVAR		FECHAS		
	Promedio (kg/ha)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (kg/ha)	Duncan (5%)
Warikunca	2077.3	a	Fecha 1	1877.9	a
L - 300	1608.2	b	Fecha 2	988.4	b
Akapuya	1446.4	b			
Kullaca	1393	b			
Illimani	1234.2	b			
Umacutama	839.7	c			

Cultivar	Yield (kg/ha)
Warikunca	2077,3
L - 300	1608,2
Akapuya	1446,4
Kullaca	1393
Illimani	1234,2
Umacutama	839,7

El cuadro 17, también se observa que los cultivares L-300, Akapuya, Kullaca e Illimani obtuvieron similares rendimientos de granos con un promedio de 1420.45 kg/ha, el resultado obtenido por L-300 y Akapuya puede atribuirse a factores como el hábito de crecimiento Saihua que se caracteriza por ser poco ramificado, la consistencia y la textura del suelo donde se efectuó la siembra.

Al respecto Quispe (1999), indica que obtuvo un rendimiento de 2188 kg de grano/ha con el ecotipo Lasta rosada, sembrado en un suelo arcilloso limoso. Por su parte Marín (2002), señala que en un suelo con textura franco arenosa obtuvo un rendimiento de 598.3 kg de grano/ha con el ecotipo Lasta roja.

Asimismo Maydana (2010), señala que el cultivar Warikunca y Pukaya obtuvo superiores rendimientos de 2303.8 y 2248.8 kg de grano/ha, seguido por Akapuya, Kullpara y Condornayra con 1896.3, 1876.9 y 1818.1 kg de grano/ha respectivamente.

Al respecto Choque (2005), obtuvo un rendimiento de 2208.3 kg/ha en un suelo de textura franco con el ecotipo Saihua esto significa que estos cultivares prefieren suelos un poco sueltos además la baja precipitación presentada en los meses de febrero y marzo afectó a la fotosíntesis, la nutrición mineral, el crecimiento, la floración y la fructificación de las plantas, tal como lo indica (FAO, 1992).

En el presente trabajo se pudo observar que los cultivares de tipo Lastas, presentaron los mayores rendimientos de grano con relación el cultivar de tipo Saihua, estas diferencias cuantitativas se pueden atribuir al hábito de crecimiento, a caracteres genotípicos propios de cada cultivar, ya que ambos ecotipos se encontraron bajo las mismas condiciones de medio ambientales. Al respecto Hunziker (1943), indica que el rendimiento de grano en el cultivo de cañahua es muy variable dependiendo de las condiciones climatológicas.

Los resultados encontrados en el presente trabajo fueron contrarios a los reportados por Mamani (1994), quien obtuvo mayores rendimientos de grano de tipo Saihuas cuyo rendimiento promedio fue de 1882 kg/ha, mientras que para los ecotipos Lastas el rendimiento de grano fue menor con 481 kg/ha.

Copeticona (1999), obtuvo rendimientos de grano para el ecotipo Saihua Roja de 2481.47 kg/ha y para el ecotipo Lasta Rosada de 2139.19 kg/ha. A su vez Quispe (1999), con la aplicación de fertilizantes orgánicos obtuvo mayores rendimientos de grano para el ecotipo Lasta Rosada de 2188 kg/ha.

Por otra parte Rodríguez (2007) obtuvo rendimientos altos de grano en los ecotipos Lasta Amarilla, Lasta Rosada y Lasta Púrpura con 2687.3 kg/ha, 2634.2 kg/ha y 2594.5 kg/ha respectivamente incluso de Saihua Roja con 2341.11 kg/ha, los mismos que muestran similitud. Al respecto Mamani (1994) indica que el color de las plantas no tendría influencia sobre el rendimiento de grano.

La diferencia de resultados en el rendimiento de grano del presente trabajo con otros reportes, se puede atribuir a la variación de los factores medio ambientales, localidad, suelo, aplicación de fertilizantes, materia orgánica y época de siembra.

5.3.5.2 Comparación de medias en el rendimiento de granos por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.

En la Figura 16, se puede observar que los cultivares de la primera fecha de siembra obtuvieron mayores rendimientos a comparación de la segunda fecha de siembra, en el rendimiento de grano con mayor cantidad fue la primera fecha de siembra, el cultivar de tipo (Lasta) Warikunca con 2630.2 kg/ha, seguido de cultivar tipo (Saihua) Akapuya de 2189.3 kg/ha respectivamente y la más baja de rendimiento fue el cultivar Umacutama de tipo Lasta con 899.8 kg/ha.

Mientras que en la segunda fecha de siembra el mayor rendimiento que obtuvo fue el cultivar Warikunca de tipo Lasta con 1524.4 kg/ha, seguido de cultivar L-300 de tipo Saihua con 1285.4 kg/ha respectivamente y la más baja que obtuvo en el aporte de granos fue el cultivar Illimani de tipo Lasta con 694.9 kg/ha rendimiento, por ser más susceptible lo que tiende a provocar mayores pérdidas de grano antes y durante de la cosecha.

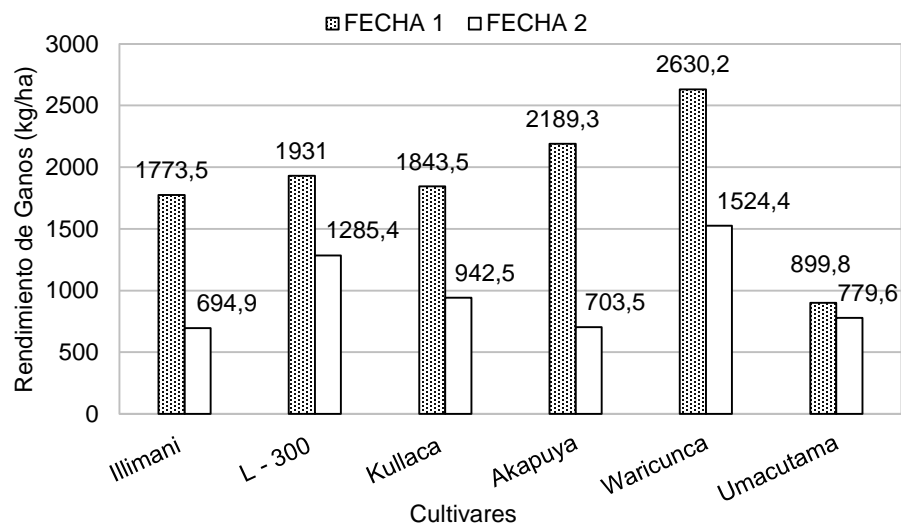


Figura 16. Rendimiento de grano (kg/ha) de dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.

Comparando los rendimientos con los resultados de otras investigaciones se obtuvo, según PROINPA (2006 y 2007) en investigaciones realizadas en la comunidad de Letanías, los rendimientos de los cultivares fueron de tipo Lasta Kullaca en promedio fue de 654 kg/ha, del cultivar Illimani 1270.9 kg/ha y del cultivar Saihua Roja es de 740.7 kg/ha.

PROINPA (2005), realizó otras investigaciones con la variedad Saihua Roja, correspondiente a la accesión 300, obteniendo rendimientos promedio de 370 kg/ha en la comunidad de Coromata Media, 676 kg/ha en la comunidad Rosapata, 247 kg/ha en la comunidad de Patarani y 673 kg/ha en la comunidad de Erbenkalla, todas éstas sembradas a una densidad de siembra de 6 kg/ha. Una apreciación de Pinto *et al.* (2008) indican que el rendimiento está influenciado por el tamaño de las plantas, es decir cuando las plantas son grandes los rendimientos también son altos.

5.3.6 Rendimiento en broza

El cuadro 18, muestra que el análisis de varianza en el rendimiento de broza (kg/ha) presentó diferencias no significativas para el factor entre bloques, en la interacción entre fechas a un nivel de significancia del 5% fue significativa, sin embargo para el factor entre cultivar fue altamente significativo y entre fecha por cultivar presento no significativo, esto significa que el rendimiento de broza varía en función a los cultivares que se efectuaron, también factores climáticos y edáficos que se presentó en la zona.

Cuadro 18. Análisis de varianza de rendimiento en broza de seis cultivares de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	7.429.970,97	2.476.656,99	1.53	0.2263 NS
Fecha	1	11.630.676,26	1.163.0676,3	7.20	0.0118 *
Error A	3	10.077.019,60	3.359.006,53		
Cultivar	5	32.621.759,76	6.524.351,95	4.04	0.0064 **
Fecha*Cultivar	5	15.341.569,75	3.068.313,95	1.90	0.1241 NS
Error	30	48.471.692,80	1.615.723,10		
Total	47	125.572.689,10			

NS– No significativo * Significativo (p<0.05). **Altamente Significativo (p<0.01) y (p<0.001)
Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
Coeficiente de Variación (CV) = 28.61 %

El coeficiente de variación es de 28.61 %, valor que está dentro del rango aceptable de 30% para trabajos de campo.

5.3.6.1 Comparación de medias en el rendimiento de broza de seis cultivares de cañahua por dos fechas de siembra.

La prueba Duncan, nos muestra que el rendimiento de broza de seis cultivares de cañahua se conformó en dos grupos significativos. Como se observa en el (Cuadro 19), entre fechas de siembra se obtuvo similares como; la primera fecha de siembra con 4934.5 kg/ha y la segunda de fecha siembra con 3950 kg/ha rendimiento de broza.

Por lo tanto en los cultivares como Warikunca de tipo Lasta fue de grupo A obtuvo un rendimiento de broza con 6008.6 kg/ha de mayor aporte de broza por ser vigorosos en el desarrollo de la planta y con mayor cantidad de ramificaciones y en el grupo B conformados por los cultivares L-300 y Akapuya de tipo Saihua con 4640.1 kg/ha y 4510.7 kg/ha, y de Kullaca, Illimani y Umacutama de tipo Lasta que obtuvieron de 4176.3 kg/ha, 4034.5 kg/ha y 3283.2 kg/ha.

Por otra parte se observa que los cultivares L-300 y Akapuya con hábito de crecimiento tipo Saihua obtuvieron un rendimiento promedio de 4575.35 kg de broza/ha; por su parte Acarapi (1997), indica que obtuvo un rendimiento de 1150 kg de broza/ha con la variedad Saihua roja; sin embargo Choque (2005), obtuvo un rendimiento de broza de 2983.6 y 2793.4 kg/ha con los ecotipos Saihua roja y rosada a una densidad de 8 kg/ha en un suelo de textura franco.

Cuadro 19. Comparación de medias en el rendimiento de broza en cultivares de cañahua

CULTIVAR			FECHAS		
Cultivares	Promedio (kg/ha)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (kg/ha)	Duncan (5%)
Warikunca	6008.6	a	Fecha 1	4934.5	a
L - 300	4640.1	b	Fecha 2	3950.0	a
Akapuya	4510.7	b			
Kullaca	4176.3	b			
Illimani	4034.5	b			
Umacutama	3283.2	b			

Los resultados obtenidos por el cultivar Warikunca con un valor promedio de 6008.6 kg de broza/ha, puede atribuirse al hábito de crecimiento tipo Lasta que favorece al proceso de la fotosíntesis, por presentar numerosas ramas y con mayor cobertura foliar, respecto Illimani por la madurez fisiológica es precoz que incide en el bajo rendimiento de grano, por lo tanto tienen mayor producción vegetal.

Por su parte Quispe (1999), menciona que obtuvo un rendimiento de broza de 7651 kg/ha con Lasta rosada en un suelo arcilloso limoso, de la misma forma Choque (2005), señala que con el ecotipo Lasta púrpura obtuvo un mejor rendimiento de broza de 4769.8 kg/ha.

El cultivar Warikunca con hábito de crecimiento tipo Lasta obtuvo un rendimiento de 2406.3 kg de broza/ha. Al respecto Mamani (1994), indica que obtuvo mayores rendimientos de broza con las cultivares Lasta amarilla y rosada con valores de 4935 y 5610 kg/ha en un suelo de textura arenosa, esta diferencia puede atribuirse a factores genéticos del cultivar como también al tipo de suelo donde se realizó la siembra.

5.3.6.2 Comparación de medias en el rendimiento de broza de dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua

En la Figura 17, se puede observar que los cultivares de la primera fecha de siembra obtuvo mayores rendimientos a comparación de la segunda fecha de siembra, el rendimiento de broza más alta de la primera fecha de siembra, fue de cultivar de tipo (Lasta) Warikunca con 6340.2 kg/broza ha, seguido de cultivar tipo (Saihua) Akapuya de 6032.1 kg/ha respectivamente y la más baja de rendimiento fue cultivar Umacutama de tipo Lasta con 3250.1 kg/ha.

Por lo tanto en la segunda fecha de siembra el cultivar más alto de rendimiento que obtuvo fue el cultivar Warikunca de tipo Lasta de 5677.1 kg/ha seguido del cultivar L-300 el tipo Saihua 4800.6 kg/ha respectivamente y el cultivar Akapuya de tipo Saihua con un rendimiento de 2989.4 kg/ha de braza, más bajo que la primera fecha de siembra y de las demás cultivares.

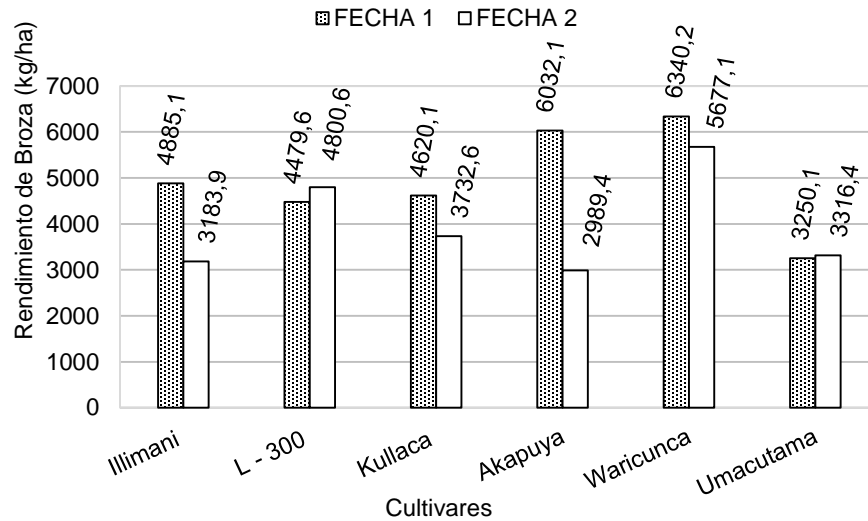


Figura 17. Comparación de media en el rendimiento de broza en las dos fechas de siembra en cultivares de cañahua.

5.3.7 Diámetro de grano

En el Cuadro 20, se observa el análisis de varianza para el diámetro del grano (mm) de cañahua, en el factor entre bloques, entre fechas de siembra y la interacción entre fecha por cultivar presentaron diferencias no significativas, por ser homogéneos y para el factor entre los cultivares se expresó altamente significativo a una probabilidad estadística inclusive al 5%, esto nos indica que el diámetro de grano por planta está en función a los cultivares y por sus propias características.

Cuadro 20. Análisis de varianza para el diámetro de grano por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	0.006	0.002	0.66	0.5840 NS
Fecha	1	0.008	0.008	2.67	0.1127 NS
Error A	3	0.017	0.006		
Cultivar	5	0.139	0.028	9.76	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	0.008	0.002	0.56	0.7269 NS
Error	30	0.085	0.003		
Total	47	0.262			

NS– No significativo * Significativo (p<0.05). **Altamente Significativo (p<0.01) y (p<0.001)
 Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
 Coeficiente de Variación (CV) = 4.67 %

El coeficiente de variación es de 4.67 %, este valor nos indica que los datos son aceptables y confiables, porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

5.3.7.1 Comparación de medias en el diámetro de grano entre los seis cultivares de cañahua en dos fechas de siembra.

La prueba de significancia de medias Duncan muestra que los cultivares de cañahua presentan diferencias significativas cuadro 21, conformados en grupos. Por lo tanto entre las fechas de siembra no hay mucha diferencia en comparación al diámetro de grano, se presenta en el mismo grupo de significancia; la primera fecha de siembra obtuvo 1.15 mm y la segunda fecha de siembra que obtuvo de 1.13 mm de diámetro de grano.

En los cultivares donde el grupo A conformados por los cultivares Illimani y Kullaca de tipo Lasta que obtuvieron de 1.21 mm, con mayor diámetro de grano, seguido por el grupo AB de cultivar Umacutama de tipo Lasta 1.17 mm de diámetro de grano, en el grupo BC que constituye por el cultivar Warikunca de tipo Lasta que obtuvo 1.12 mm de diámetro de grano, en cambio el grupo C que conforman los cultivares L-300 y Akapuya de tipo Saihua, obtuvieron 1.08 mm y 1.07 mm de diámetro de grano.

Cuadro 21. Comportamiento del diámetro de grano con respecto a los cultivares de cañahua

CULTIVAR			FECHAS		
Cultivares	Promedio (mm)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (mm)	Duncan (5%)
Illimani	1.21	a	Fecha 1	1.15	a
Kullaca	1.21	a	Fecha 2	1.13	a
Umacutama	1.17	ab			
Waricunca	1.12	bc			
Akapuya	1.08	c			
L - 300	1.07	c			

Cultivar	Promedio (mm)
Illimani	1.21
L - 300	1.07
Kullaca	1.21
Akapuya	1.08
Warikunca	1.12
Umacutama	1.17

El resultado obtenido de cultivar Illimani y Kullaca de tipo Lasta con un valor de 1.21 mm de diámetro de grano promedio, se debe principalmente a sus características

genéticas propias de cultivar; por su parte Quispe 1999, obtuvo un diámetro de grano de 1.09 mm de tipo Lasta, esto significa que el diámetro de grano varía de acuerdo a cada cultivar o variedad sin importar el tipo de hábito de crecimiento que presenta.

Al respecto Choque (2005), obtuvo similares resultados con los cultivares Saihua roja, Lasta púrpura y Saihua rosada con valores que varían de 0.9 a 1.3 mm diámetro de grano. Por su parte Maydana (2010), obtuvo el diámetro de grano de los cultivares Akapuya de tipo Saihua 1.02 mm y de cultivar Warikunca de tipo Lasta que obtuvo 1.00 mm diámetro de grano.

Esto significa que el hábito de crecimiento de los cultivares de cañahua es un factor que no influye en el diámetro de grano por lo que son similares no habiendo diferencias.

5.3.7.2 Comparación de medias en el diámetro de grano por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua

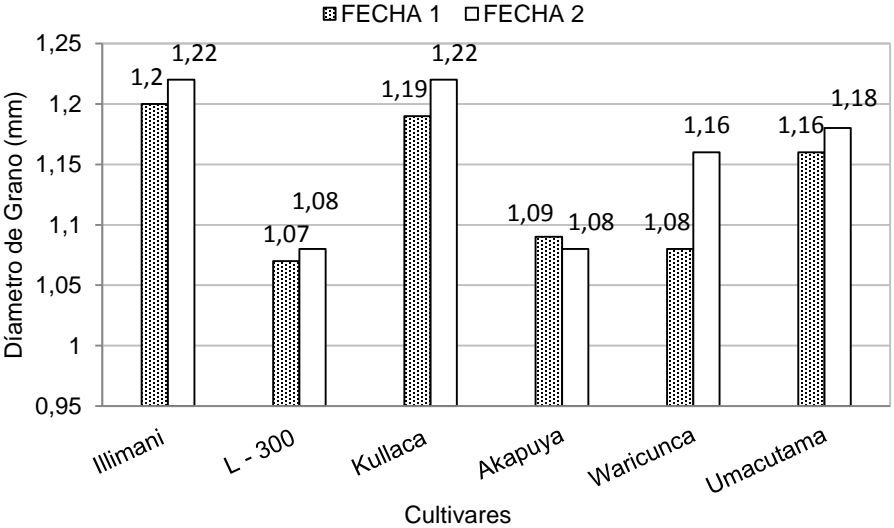


Figura 18. El diámetro de granos de seis cultivares de cañahua

En la Figura 18, se observar que en los cultivares de cañahua el mayor diámetro que obtuvo en comparación entre fechas de siembra, fue la segunda fecha de siembra, de cultivares Illimani y Kullaca de tipo Lasta 1.21 mm de diámetro de grano respectivamente, seguido de los cultivares Umacutama y Warikunca de tipo Lasta con

1.18 mm y 1.16 mm de diámetro y el menor diámetro que obtuvieron fue los cultivares L-300 y Akapuya de tipo Saihua con 1.08 mm de diámetro de grano.

Mientras en la primera fecha de siembra obtuvieron menor diámetro en comparación entre épocas de siembre, por lo tanto el mayor diámetro que presento fue el cultivar Illimani de tipo Lasta de 1.20 mm de diámetro, seguido de los cultivares de tipo Kullaca de 1.19 mm y Umacutama de 1.16 mm de diámetro. Los que obtuvieron menor diámetro fueron los cultivares tipo Saihua L-300 de 1.07 mm, Lasta Warikunca de 1.08 y Saihua Akapura de 1.09 de diámetro entre respectivamente.

5.3.8 Peso de 1000 semillas

En el Cuadro 22, se observa que el análisis de varianza para el peso de 1000 semillas (g) de cañahua, fueron los siguientes resultados; para el factor entre bloques, entre fechas de siembra y para la interacción entre fecha por cultivar presentaron diferencias no significativas y para el factor entre cultivar se mostró diferencias altamente significativo a una probabilidad estadística inclusive al 5%.

Cuadro 22. Análisis de varianza para peso de 1000 semillas de seis cultivares

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	0.021	0.007	2.38	0.0894 NS
Fecha	1	0.003	0.003	1.03	0.3190 NS
Error A	3	0.005	0.002		
Cultivar	5	0.707	0.141	48.28	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	0.003	0.001	0.20	0.9618 NS
Error	30	0.088	0.003		
Total	47	0.827			

NS– No significativo * Significativo (p<0.05). **Altamente Significativo (p<0.01) y (p<0.001)
 Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
 Coeficiente de Variación (CV) = 7.49 %

El coeficiente de variación es de 7.49 %, este valor nos indica que los datos son aceptables y confiables porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

5.3.8.1 Comparación de medias en el peso de mil semillas entre seis cultivares de cañahua y en dos fechas de siembra

La prueba de significancia de medias Duncan muestra que los cultivares de cañahua en el peso de 1000 semillas presentaron diferencias significativas (Cuadro 23) constituido por cuatro grupos diferentes, donde el grupo A conformada por los cultivares Kullaca e Illimani de tipo Lasta que obtuvieron de 0.9 g y 0.86 g, mayor diámetro de grano, seguido por el grupo B de cultivar Umacutama de tipo Lasta 0.72 g, en el grupo C que constituye el cultivar Waricunca de tipo Lasta que obtuvo 0.6 g, en cambio el grupo D que conforman los cultivares Akapuya y L-300 de tipo Saihua, obtuvieron 0.6 g y 0.59 g de peso en 1000 semillas.

Cuadro 23. Comportamiento de significancia peso de mil semillas de seis cultivares de cañahua

CULTIVAR			FECHAS		
Cultivares	Promedio (g)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (g)	Duncan (5%)
Kullaca	0.9	a	Fecha 1	0.73	a
Illimani	0.86	a	Fecha 2	0.72	a
Umacutama	0.72	b			
Waricunca	0.66	c			
Akapuya	0.6	d			
L - 300	0.59	d			

Cultivar	Peso (g)
Illimani	8.6
L - 300	5.9
Kullaca	9
Akapuya	6
Waricunca	6.6
Umacutama	7.2

Al respecto Ardaya (2012), obtuvo en el cultivar tipo Saihua Roja con 1.05 g promedio y para cultivar Kullaca e Illimani de tipo Lasta de 0.92 g y 0.89 g en promedio, lo que estadísticamente muestra que no existen diferencias entre los pesos de mil semillas de los cultivares investigadas, se puede aseverar que el desarrollo del cultivo no influyó en la calidad del grano respecto a su peso del grano.

5.3.8.2 Comparación de medias en el peso de mil semillas por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua

En la Figura 20, se puede observar que en los cultivares de cañahua el mayor peso que obtuvo de mil semillas entre fechas de siembra, fue la primera fecha de siembra,

los cultivares Kullaca y Illimani de tipo Lasta que obtuvieron de 0.91 g y 0.89 g el peso de mil semillas respectivamente y el más bajo que obtuvieron fue los cultivares de L-300 y Akapuya de tipo Saihua con 0.6 gramos.

Mientras que la segunda fecha de siembra que obtuvieron mayor peso fue el cultivar Kullaca de tipo Lasta con 0.9 gramos respectivamente seguido de Illimani tipo Lasta que obtuvo de 0.85 gramos y el más bajo que obtuvo fue L-300 de tipo Saihua con 0.59 gramos el peso de mil semillas seis cultivares de cañahua.

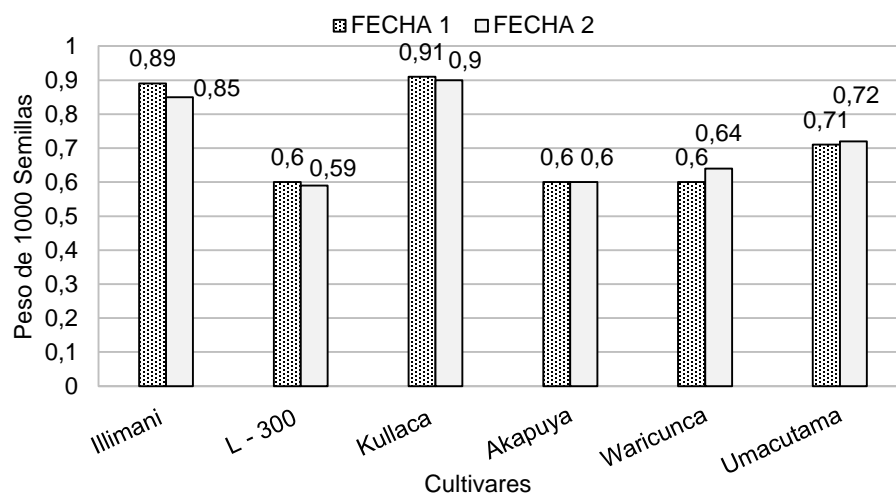


Figura 19. El peso de mil semillas de seis cultivares de cañahua

5.3.9 Peso volumétrico

En el Cuadro 24, se observa que el análisis de varianza para el peso volumétrico (kg hl^{-1}) en dos fechas de siembra de seis cultivares de cañahua, muestra los siguientes resultados; para el factor entre bloques y para la interacción entre fecha por cultivar resultó diferencias no significativas y para el factor entre fechas de siembra y para el factor entre cultivares se presentó diferencias altamente significativo a una probabilidad estadística del 5%.

El coeficiente de variación es de 1.77 %, este valor nos indica que los datos son aceptables y confiables, porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

Cuadro 24. Análisis de varianza para el peso volumétrico de seis cultivares

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr (0.05)
Bloque	3	8.096	2.699	1.46	0.2453 NS
Fecha	1	15.188	15.188	8.22	0.0075 **
Error A	3	15.616	5.205		
Cultivar	5	69.882	13.976	7.56	0.0001 **
Fecha*Cultivar	5	15.1	3.02	1.63	0.1815 NS
Error B	30	55.458	1.849		
Total	47	179.339			

NS– No significativo * Significativo (p<0.05). **Altamente Significativo (p<0.01) y (p<0.001)
 Diferencia estadística significativa a nivel del 5 %
 Coeficiente de Variación (CV) =1.77%

5.3.9.1 Comparación de medias en el peso volumétrico entre seis cultivares de cañahua en dos fechas de siembra

En el cuadro 25, la prueba de significancia medias de Duncan nos muestra que los cultivares de cañahua en el peso volumétrico, se presentó diferencias de significancia, por lo tanto entre las fechas de siembra no hay diferencias a nivel significancia en comparación del peso volumétrico; la primera fecha de siembra se obtuvo 77.4 kg/hl y la segunda fecha de siembra obtuvo 76.3 kg/hl en peso volumétrico.

Cuadro 25. Comportamiento de significancia peso volumétrico de seis cultivares de cañahua

Cultivares	CULTIVAR		FECHAS		
	Promedio (kg/hl)	Duncan (5%)	Fechas de Siembra	Promedio (kg/hl)	Duncan (5%)
Kullaca	78.05	a	Fecha 1	77.4	a
L - 300	77.7	a	Fecha 2	76.3	a
Akapuya	77.7	a			
Umacutama	76.9	ab			
Illimani	76.1	b			
Warikunca	74.6	c			

Cultivar	Promedio (kg/hl)
Illimani	76,1
L - 300	77,7
Kullaca	78,1
Akapuya	77,7
Warikunca	74,6
Umacutama	76,9

Entre cultivares ha sido conformada por cuatro grupos, el grupo A prevalece de los cultivares Kullaca de tipo Lasta de 78.05 kg/kl y los cultivares L-300 y Akapuya de tipo Saihua de 77.7 kg/hl, seguido por el grupo AB de cultivar Umacutama de tipo Lasta 76.9 kg/hl respectivamente, mientras el grupo B que constituye del cultivar Illimani de

tipo Lasta obtuvo 76.1 kg/hl y en el grupo C prevalece del cultivar Warikunca de tipo Lasta que obtuvo 74.6 kg/hl en peso volumétrico de los seis cultivares de cañahua.

5.3.9.2 Comparación de medias en el peso volumétrico por dos fechas de siembra en seis cultivares de cañahua.

En la Figura 20, se puede observar que en los cultivares de cañahua el peso volumétrico, que mayor peso obtuvo entre fechas de siembra, fue la primera fecha de siembra, los cultivares Akapuya y L-300 de tipo Saihua que obtuvieron de 78.8 kg/hl y 78.50 kg/hl el peso volumétrico de granos y el más bajo que obtuvo fue el cultivar Warikunca de tipo Lasta con 74.9 kg/hl de gran.

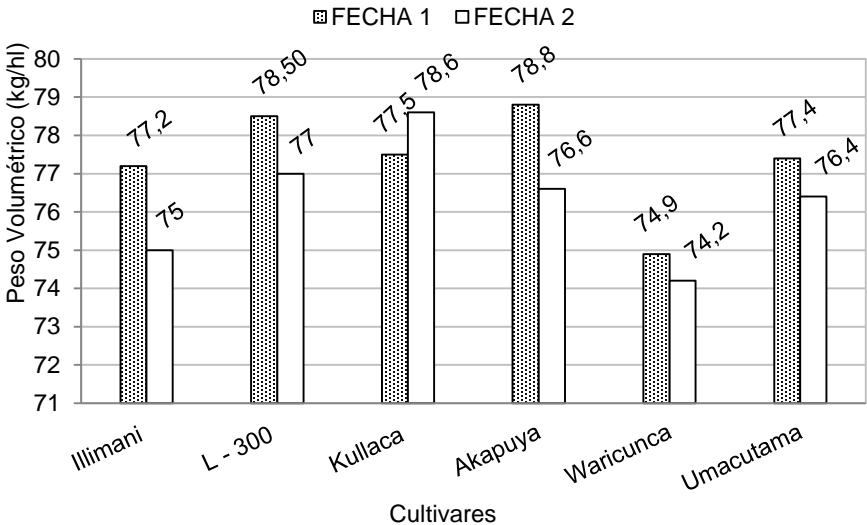


Figura 20. Comparación de peso volumétrico de seis cultivares de cañahua en dos fechas de siembra

En la segunda fecha de siembra que obtuvo el peso más alto que corresponde al cultivar Kullaca de tipo Lasta de 78.6 kg/hl de granos respectivamente seguido de L-300 de tipo Saihua que obtuvo de 77 kg/hl granos y el más bajo fue el cultivar Warikunca de tipo Lasta con 74.2 kg/hl de peso volumétrico de cañahua.

6. CONCLUSIONES

En función a los resultados que se obtuvieron en campo y realizado el análisis estadístico descriptivo para las características fenológicas y agronómicas de los seis cultivares de cañahua, de dos fechas de siembras, en la evaluación del cultivo de cañahua, se llegó a las siguientes conclusiones:

- El cultivar Umacutama de tipo Lasta que presento días a la floración más tardía de 112 días, en comparación de los seis cultivares en estudio, los cultivares de tipo Saihua L-300 y Akapuya obtuvieron 106 días a la floración intermedio, mientras los cultivares Illimani, Kullaca y Warikunca de tipo Lasta registraron como promedio 102 y 103 días a la floración.
- Para la primera fecha de siembra para el cultivar Umacutama de 112 días, tuvo más tiempo a la floración, seguido del cultivar Saihuas L-300 y Akapuya de 106 días, las que florecieron menos tiempo posible fueron los cultivares de tipo Lastas Illimani y kullaca de 102 días promedio, en cuanto la segunda fecha, registro la misma correlación que primera fecha días a las floración, solo que redujo días a la floración.
- En cuanto a días a la madurez fisiológica, los cultivares de tipo Lasta Kullaca, Illimani y Warikunca de 138, 139 y 140 días, que presento con una madurez precoz, mientras los cultivares de tipo Saihua Akapuya y L-300 con 147 y 148 días promedio, cultivares tardíos.
- En el comportamiento de la altura de planta existen diferencias entre los seis cultivares de cañahua, los cultivares de tipo (Saihua) L-300 y Akapuya presentaron una altura promedio de 55.65 cm y 53.76 cm respectivamente, mientras los cultivares de tipo (Lastas) Warikunca, Illimani, Kullpara y Umacutama con altura promedio de 44.89, 44.09, 42.41 y 37.48 cm respectivamente. Entre las fechas tuvieron de diferencias, la primera fecha una altura de 47.71 cm y la segunda fecha de 45,05 cm. En cuanto número de ramas no hubo diferencias entre los seis cultivares.

- La dehiscencia de granos antes de la madurez fisiológica fueron causados por factores climáticos (temperatura, precipitación, granizada y viento) la variación entre los seis cultivares, son atribuidas a las características propias de cada cultivar. La mayor caída de los granos tuvo el cultivar tipo Lasta Illimani de 8.32 g/p con una pérdida del 20.83 % por planta, seguido del cultivar Kullaca, Waricunca y Umacutama con 4.78, 4.73 y 2.45 g por planta respectivamente. En cambio los cultivares de tipo Saihua L-300 y Akapuya con 1.79 y 0.62 g por planta respectivamente que equivale al 11.03 % y 3.8 % de pérdida de granos.
- Las pérdidas de grano durante la cosecha fueron evaluadas por tres métodos: Arrancado con una pérdida para los cultivares de tipo Lasta de 480.69 kg/ha promedio lo que representa el 19.86%, por hoz y tijeras alcanzaron pérdidas similares de 335.07 kg/ha y 215.95 kg/ha respectivamente, en porcentaje significaron el 15.25 %, y 9.62 % respectivamente. Los cultivares de tipo Saihua tienen menores pérdida al respecto, el cultivar L-300 de 190.97 kg/ha lo que representa 10.66 % y el cultivar Akapuya de 188.22 kg/ha lo que representa el 10.52 % promedio respectivamente.
- El desgrane influye en el rendimiento, por la dehiscencia de grano antes de la madurez fisiológica y durante la cosecha. El mayor rendimiento presentó el cultivar Warikunca de 2077.3 kg/ha, seguido de los cultivares L-300, Akapuya, Kullaca, Illimani y Umacutama con 1608.2, 1446.4, 1393, 1234.2 y 839.7 kg de grano/ha como promedio.

7. RECOMENDACIONES

Por los resultados encontrados se puede recomendar el uso de tijera de podar al momento de la cosecha, porque con este método de cosecha se presentó menores pérdidas de grano de 218.92 kg/ha (12.63%).

Por otro lado, no se recomienda el método de cosecha de arrancado de plantas, debido que las raíces contraen suelo, ya que es difícil clasificar desde el punto de vista comercial.

Para fines de estudio se recomienda:

- Realizar más estudios de la causa de la dehiscencia de granos antes de la madurez fisiológica.
- Se debe realizar la evaluación de pérdidas de grano para diferentes fechas de siembra el mejoramiento de cada cultivar o variedad.
- Para la producción de grano de cañahua, se debe realizar estudios de mejoramiento genético, ya que el desgrane es por causa natural, susceptible al medio en que se desarrolla y estudios de laboratorio (DNA), para la accesibilidad del agricultor.
- Se debe realizar estudios de factores climáticos y edáficos a fin de mejorar y variar las épocas de siembra de acuerdo a los cultivares de tipo Saihua y Lasta a la recomendación pertinente.

8. BIBLIOGRAFÍA

ACARAPI, B. 1997. Estudio del comportamiento agronómico de cuatro variedades de cañahua saihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en diferentes densidades de población. Tesis de grado Ing. Agr. La Paz – Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 115 p.

ALANOCA, C. 2006. Evaluación económica de la producción y comercialización de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en tres comunidades del altiplano norte. Tesis de Grado Li. Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 122 p.

ALAÑA C, N. 2005. Estudio morfológico y fisiológico de los cultivos de quinua, cañahua, tarwi, oca, olluco, izaño y maca para entender los mecanismos de adaptación a factores abióticos adversos. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. pp. 28 – 29.

ARONI, J.C. 1995. Memorias del seminario sobre investigación, producción y comercialización de la quinua: cosecha y manejo post cosecha en el cultivo de quinua. La Paz, Bolivia. 80 p.

ARDAYA, S. C. 2012. Comportamiento agronómico de tres variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en proceso de introducción en la localidad de Carabuco – La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 83 p.

ARTEAGA, Y. 1996. Caracterización preliminar y evaluación agronómica de 480 accesiones de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Patacamaya. Tesis de grado Ing. Agr. La Paz – Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 135 p.

BERLIJN, J. 1996. Cosechadoras de grano. Ed. Trillas. México. 78 p.

BONIFACIO, A. y J. DIZES. 1991. Actas del VII congreso internacional sobre cultivos andinos. ORSTON - IBTA. La Paz, Bolivia. pp. 69-74.

BONIFACIO, A. 2003. Chenopodium species: genetic resources, ethnobotany, and geographic distribution. Food Reviews International Vol. 19, Issu 1&2.

_____, A. 2006. Informe granos en el área Altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú, 2006. 33 p.

CALZADA J, B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Agraria La Molina. 4 ed. Lima, Perú. Editorial JURÍDICA. 640 p.

CALLISAYA, I. 1994. Caracterización de las tierras de la Estación Experimental de Choquenaira según su capacidad de uso y aptitud para riego. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, UMSA. pp. 23 - 24.

CANO, V. J. 1973. El cultivo de la cañihua. Universidad Técnica del Altiplano. Facultad de Agronomía. Boletín No. 2. Puno, Perú. 9 p.

CASTEDO, J. P. 2007. Cañahua – Qañihua (*Chenopodium pallidicaule*) (en línea). Santa Cruz, Bolivia. Consultado 15 feb. 2014. Disponible en <http://ccbolgroup.com/hierbas3.html>

CHAMBI, V. N. 2002. Evaluación del consumo humano y usos de la cañahua en tres comunidades de la segunda sección municipal de Caquiaviri. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 103 p.

CHOQUE S, R. 2005. Efecto de niveles de fertilización con estiércol de llama (Lama glama) en tres ecotipos de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte (Región cordillera). Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. pp. 44 - 82.

CHUGAR C, H. 2005. Caracterización participativa sobre usos, restricciones, oportunidades en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con enfoque de género, a nivel productores en cuatro comunidades del Altiplano Norte y consumidores,

transformadores, en el Alto y La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. pp. 17 - 37

COPETICONA, Q. R. 1999. Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en dos épocas y formas de siembra en la comunidad de San José de Taraco. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 96 p.

COSSIO, T. J. 1995. Memorias del seminario sobre investigación, producción y comercialización de la quinua: cosecha. La Paz, Bolivia. 80 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1992. Cultivos Marginados: otra perspectiva de 1492. (Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 26). Roma, Italia. pp. 129 - 133.

_____, 1992. Cultivos marginados. Otra perspectiva de 1492 (Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 26) Roma, Italia. pp. 129 - 133.

_____, 1993. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Santiago, Chile. 392 p.

_____, 2010. Cultivos andinos, disponible en: <http://www.fao/cultivosandino-fao/introducción.htm>

FLORES, C. R. 2006. Evaluación preliminar agronómica y morfológica del germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la estación experimental belén Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 5 p.

FUENTES-BAZAN, S., MANSION, G., BORSCH, T. 2012. Towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium* (Chenopodiaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution 62: 359–374.

GARECA, E. 1996. Evaluación de los métodos de cosecha de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano sur. Tesis de grado Universidad Mayor de San Simón.

Cochabamba, Bolivia. 100 p.

HUNZIKER, A. 1943. Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de América. En: revista argentina de agronomía 30 (4). Buenos Aires, Argentina. pp. 301 - 305.

IBNORCA, 2004. Cañahua en grano – definiciones. NB 336001. La Paz, Bolivia.

_____, 2005. Cañahua en grano – Clasificación y requisitos. NB 336002. La Paz, Bolivia.

IPGRI, PROINPA e IFAD. 2005. Descriptores para cañahua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; International Fund for Agricultural Development, Roma, Italia. 54 p.

KÜHN, U. 1993. Chenopodiaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.), The families and genera of vascular plants, vol. 2. Springer, Hamburg, pp. 253-281.

LEÓN, J. 1964. Plantas Medicinales. Cima. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín técnico N° 6. pp. 63 - 67.

LESCANO J, L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altos andinos: Quinua, cañahua, tarwi, kiwicha, papa amarga, ulluco, mashua y oca. Programa internacional de Waru – Waru convenio: INADE/PELT – COTESU. Puno, Perú. Editorial CIMA. 307 p.

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS MACA 1991. Tipología de la economía campesina en Bolivia. Ed. “Estudios Rurales Andinos”. La Paz – Bolivia. pp. 5 - 9.

MAMANI, R. F. 1994. Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de qañäwa (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen) en el altiplano norte. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp. 71 - 155.

_____, **2002** Componentes de rendimiento en la producción de grano de seis cultivares de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* aellen)” Universidad Nacional del Altiplano, escuela de post grado programa de maestría en agricultura andina. pp. 4 - 5

_____, **2004**. Manual de Cultivo de Qañäwa (Aymara) o Kañiwa (Quechua). PROGRAMA (Programa Granos Andinos). Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Sin publicar. pp. 1 - 5.

_____, **2006**. Liberación de cinco variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con doble propósito. In. Memorial Mesa de Dialogo Técnico en Quinua y Cañahua. PROSUKO. La Paz, Bolivia. pp. 29 - 30.

MANTARI, C.C. 1955. El Mejoramiento del cultivo de la cañihua en el Departamento de Puno. Puno (Perú).Dirección General de Agricultura. N° 17.

MARIN P, W. 2002. Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos de kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. pp. 18 - 19.

MAYDANA, S. E. 2010. Evaluación de la producción de seis variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con participación de agricultores en la comunidad de Pacaure del municipio de Mocomoco. Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 141 p.

MUJICA, A., S. Jacobsen, R. Ortiz, A. Canahua, V. Apaza, P.C. aguilar Y R. Dupeyrat. 2002. La Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) En la nutrición humana del Perú. 1ra Edición. Instituto de Investigación UNA. Puno – Perú. 68 p.

OBRADOR, R. J. 1984. Cosecha de granos: trigo, maíz, fréjol y soya. FAO. Santiago, Chile. 59 p.

PINTO M, ROJAS W, SOTO JL. 2008. Variedad de cañahua: *Illimani*. Ficha Técnica. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. Marzo, 2008.

PROINPA, 2003. Descriptores para cañahua. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia.

_____, **2005**. Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. Informe Final Septiembre 2004 – Agosto 2005. La Paz – Bolivia. 285 p.

_____, **2006**. Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. Informe Final Septiembre 2005 – Agosto 2006. La Paz – Bolivia. 415 p.

_____, **2007**. Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. Informe Final Septiembre 2006 – Agosto 2007. La Paz – Bolivia. 305 p.

QUISPE, Q. N. 1999. Estudio comparativo de variedades de Avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, UMSA. 15 p.

QUISPE, T. R. 2002. Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos Fermentados en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 71 p.

QUISPE, T. 2003. Testimonio y conocimiento del manejo tradicional del cultivo de la cañahua en la comunidad de Coromata Media, provincia Omasuyos – La Paz. Tesis de Grado Lic. Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 91 p.

RITVA, R.; V. Carrasco. 1988. Cultivos andinos, importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Centro de estudios rurales andinos " Bartolomé de las Casas". Cusco, Perú. pp. 36 - 41.

RIVERA, R. R. 1995. Cultivos andinos en el Perú, investigaciones y perspectivas de su desarrollo: cañihua. Ed. Minerva. Lima, Perú. 417 p.

RODRIGUEZ, J.P. 2005 El papel del 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 Universidad Mayor de San Andrés. La paz, Bolivia. 24 p.

RODRÍGUEZ, J.P., SØRENSEN, M., ANDREASEN, C., ORTING, B., PINTO, M., BONIFACIO, A., BOSQUE, H., JACOBSEN, S.-E., 2012. Rasgos de desgrane en *Chenopodium pallidicaule* como un atributo de semi-domesticación.

RODRÍGUEZ, M. M. 2007. Evaluación de las pérdidas de grano y grado de impurezas en cuatro métodos de cosecha de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la comunidad de Quipaquipani, Viacha. Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. La paz, Bolivia. 110 p.

ROJAS, W; PINTO, M Y SOTO, J. L. 2004. La erosión genética de la cañahua. (en línea). La Paz, Bolivia. PROINPA – Regional Altiplano. LEISA Revista de Agroecología. Consultado 15 feb. 2014 Disponible en: http://www.latinoamerica.leisa.info/index.php?url=show-blob.html.tpl&p%5Bo_id%5D=68940&p%5Ba_id%5D=211&p%5Ba_seq%5D=1.

SOTO, J. L., M. PINTO; W. ROJAS. 2003. Evaluación participativa y selección de accesiones de cañahua y variedades de quinua con agricultores de comunidades del altiplano centro y norte. En informe técnico anual año 2, proyecto de especies olvidadas y subutilizadas, (IPGRI-IFAD-PROINPA). La Paz, Bolivia. pp. 49 - 57.

SOTO, J. L., Y CARRASCO, E. (2008). Estudio del valor real y potencial de la biodiversidad de los granos andinos (quinua, cañahua y amaranto) en Bolivia. NUS – IFAD II. Bioversity International. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 54 p. Disponible en: <ftp://ciat.cgiar.org/.../>.

TAPIA, M. 1990. Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Santiago, Chile. pp. 52 - 67.

TAPIA, M. Y CASTRO, J. 1968. Digestibilidad de las brozas de quinua y cañahua por ovinos mejoradas y no mejoradas (Chuscos). En convención Internacional de

Quenopodiáceas Quinoa – Cañahua, Primera, Puno – Perú, 1968. Anales, Puno – Perú universidad facultad de Agronomía. pp. 147 - 153.

TAPIA, 1997. Cultivos subexplotados y su Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. pp. 52 - 57.

_____; GARANDILLAS, H; ALANDIAS, S; CARDOZO, A; MUJICA, A; ORTIZ, R; OTAZU, U; REA, J; SALAS, B Y ZANABRIA, E. 1979. La quinua y la kañiwa: Cultivos Andinos. Bogotá, Colombia. Editorial CIID – IICA. pp. 205 - 215.

UDABE, BJ. 1994. Diagnóstico socioeconómico de la micro región Irpa Tayka Choquenaira. Estación Experimental Radio San Gabriel Choquenaira. Proyecto "IrpaTayka", Prov. Ingavi. La Paz, Bolivia. 209 p.

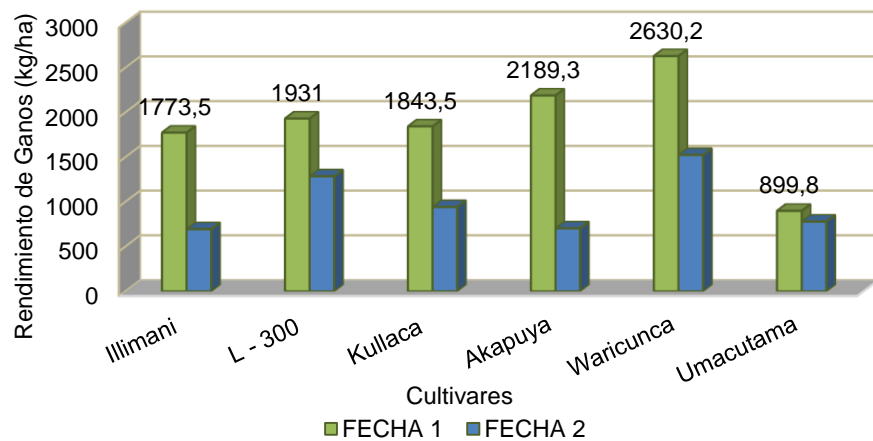
UNIFE, 2007 Programa de Nutrición y Dietética. Alimento andino: La Cañahua. Cuzco y Puno Perú.

VALLENAS Y CARPIO, V. 1974. Cañahua y su cultivo. Ministerio de Agricultura, zona agraria. Boletín N° 26. Puno, Perú. 34 p.

VIDAURRE, R. 2002. Determinación de la época óptima de cosecha en tres cultivares saihua de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La paz, Bolivia. 53 p.

ANEXOS

Anexo 1. Rendimiento de granos por cultivares.



Anexo 2. los seis cultivares de cañahua y trampas implementadas.



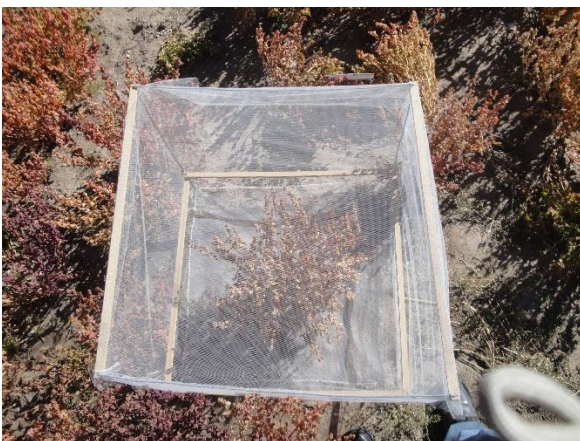
Anexo 3. Trampas recolectoras de grano para la dehiscencia durante madures fisiológica.



Anexo 4. Dehiscencia de grano dentro de trampas y recojo de granos caídos.



Anexo 5. Cubierta de trampas y madurez fisiológica de planta.



Anexo 6. Cosecha de la planta de cañahua por tres métodos (Arrancado, Hoz y Tijera).



Anexo 7. Días a la floración según la tabla de estadísticas SAS.

The SAS System 18:43 Thursday, February 28, 2014 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values	
bloque	4	1 2 3 4	
fecha	2	F1 F2	
cultivar	6	CV1 CV2 CV3 CV4 CV5 CV6	
R-Square	Coeff Var	Root MSE	flor Mean
0.805996	2.182726	2.302776	105.5000

Source	DF	Type III	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	22.5000000	7.5000000	1.41	0.2579
cosecha	1	44.0833333	44.0833333	8.31	0.0072
bloque*cosecha	3	5.4166667	1.8055556	0.34	0.7962
cultivar	5	531.2500000	106.2500000	20.04	<.0001
cosecha*cultivar	5	57.6666667	11.5333333	2.17	0.0835

Duncan Grouping	Mean	N	cosecha
A	106.4583	24	F1
B	104.5417	24	F2

Duncan Grouping	Mean	N	cultivar
A	112.250	8	CV6
B	106.000	8	CV4
B	106.000	8	CV2
C	103.375	8	CV5
C	102.750	8	CV3
C	102.625	8	CV1

Level of cosecha	Level of cultivar	N	Mean	Std Dev
F1	CV1	4	102.750000	1.70782513
F1	CV2	4	107.000000	1.82574186
F1	CV3	4	102.750000	1.25830574
F1	CV4	4	107.000000	1.41421356
F1	CV5	4	103.750000	0.95742711
F1	CV6	4	115.500000	5.74456265
F2	CV1	4	102.500000	1.00000000
F2	CV2	4	105.000000	0.81649658
F2	CV3	4	102.750000	1.25830574
F2	CV4	4	105.000000	0.81649658
F2	CV5	4	103.000000	0.81649658
F2	CV6	4	109.000000	3.74165739

Anexo 8. Altura de la planta según programa SAS.

R-Square **Coeff Var** **Root MSE** **altura Mean**
 0.709866 12.34238 5.724295 46.37917

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	130.970833	43.656944	1.33	0.2823
fecha	1	84.800833	84.800833	2.59	0.1182
bloque*fecha	3	66.117500	22.039167	0.67	0.5756
cultivar	5	1943.659167	388.731833	11.86	<.0001
fecha*cultivar	5	179.604167	35.920833	1.10	0.3829

Duncan Grouping **Mean** **N** **fecha**
 A 47.708 24 F1
 A 45.050 24 F2

Duncan Grouping **Mean** **N** **cultivar**
 A 55.650 8 CV2
 A 53.763 8 CV4
 B 44.888 8 CV5
 B 44.088 8 CV1
 C B 42.413 8 CV3
 C 37.475 8 CV6

Level of fecha	Level of cultivar	N	-----altura----- Mean	Std Dev
F1	CV1	4	47.2000000	8.28653526
F1	CV2	4	56.4500000	2.76345195
F1	CV3	4	45.9000000	4.56143252
F1	CV4	4	56.4500000	6.67258071
F1	CV5	4	44.5750000	4.28903641
F1	CV6	4	35.6750000	5.74013647
F2	CV1	4	40.9750000	9.24242933
F2	CV2	4	54.8500000	3.97366330
F2	CV3	4	38.9250000	1.98725103
F2	CV4	4	51.0750000	2.09344214
F2	CV5	4	45.2000000	5.34103610
F2	CV6	4	39.2750000	7.89446008

Anexo 9 Pérdidas de grano antes de la cosecha.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pestup Mean
0.919873	26.21906	0.991791	3.782708

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	5.2467229	1.7489076	1.78	0.1726
fecha	1	15.3567188	15.3567188	15.61	0.0004
bloque*fecha	3	1.0651896	0.3550632	0.36	0.7816
cultivar	5	305.5137354	61.1027471	62.12	<.0001
fecha*cultivar	5	11.5905188	2.3181038	2.36	0.0643

Duncan Grouping	Mean	N	fecha
A	4.3483	24	F1
B	3.2171	24	F2

Duncan Grouping	Mean	N	cultivar
A	8.3175	8	CV1
B	4.7763	8	CV3
B	4.7363	8	CV5
C	2.4550	8	CV6
C	1.7900	8	CV2
D	0.6213	8	CV4

Level of fecha	Level of cultivar	N	-----pestup----- Mean	Std Dev
F1	CV1	4	8.88750000	1.30976779
F1	CV2	4	3.09750000	0.80855323
F1	CV3	4	5.88250000	1.70646565
F1	CV4	4	0.62000000	0.18202564
F1	CV5	4	5.05500000	1.25258400
F1	CV6	4	2.54750000	0.54871820
F2	CV1	4	7.74750000	0.83244119
F2	CV2	4	0.48250000	0.26899504
F2	CV3	4	3.67000000	0.70247183
F2	CV4	4	0.62250000	0.12419742
F2	CV5	4	4.41750000	0.82309882
F2	CV6	4	2.36250000	1.67460194

Anexo 10. Pérdidas de grano durante la cosecha.

The SAS System
The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
blq	4	1 2 3 4
fecha	2	F1 F2
cosch	3	C1A C2H C3T
cultivar	6	CV1 CV2 CV3 CV4 CV5 CV6

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rend Mean
0.867986	26.14908	88.59132	338.7933

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
blq	3	35679.664	11893.221	1.52	0.2159
fecha	1	2430.424	2430.424	0.31	0.5793
blq*fecha	3	120110.692	40036.897	5.10	0.0026
cosch	2	1695701.600	847850.800	108.03	<.0001
fecha*cosch	2	12858.828	6429.414	0.82	0.4440
blq*fecha*cosch	12	235313.296	19609.441	2.50	0.0071
cultivar	5	2083746.339	416749.268	53.10	<.0001
fecha*cultivar	5	27285.098	5457.020	0.70	0.6283
cosch*cultivar	10	379403.089	37940.309	4.83	<.0001
fecha*cosch*cultivar	10	51748.603	5174.860	0.66	0.7588

Duncan Grouping Mean N fecha

A	342.90	72	F1
A	334.69	72	F2

Duncan Grouping Mean N cultivar

A	469.13	24	CV1
A	461.07	24	CV5
A	429.92	24	CV3
B	293.44	24	CV6
C	190.97	24	CV2
C	188.22	24	CV4

Level of Level of -----rend-----

fecha	cosch	N	Mean	Std Dev
F1	C1A	24	480.685833	226.374268
F1	C2H	24	335.065000	176.085176
F1	C3T	24	212.953833	99.030991
F2	C1A	24	481.175000	206.570526
F2	C2H	24	300.610833	125.952650
F2	C3T	24	222.269167	87.473070

Anexo 11. Rendimiento en grano.

The SAS System 21:52 Wednesday, March 26, 2014 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloque	4	1 2 3 4
fecha	2	F1 F2
cultivar	6	CV1 CV2 CV3 CV4 CV5 CV6
R-Square	Coeff Var	Root MSE pestup Mean
0.836042	25.34292	363.1973 1433.132

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloque	3	293207.690	97735.897	0.74	0.5360
fecha	1	9494155.640	9494155.640	71.97	<.0001
bloque*fecha	3	1498993.687	499664.562	3.79	0.0204
cultivar	5	6713610.631	1342722.126	10.18	<.0001
fecha*cultivar	5	2179086.063	435817.213	3.30	0.0171

Duncan Grouping	Mean	N	fecha
A	1877.9	24	F1
B	988.4	24	F2

Duncan Grouping	Mean	N	cultivar
A	2077.3	8	CV5
B	1608.2	8	CV2
B	1446.4	8	CV4
B	1393.0	8	CV3
B	1234.2	8	CV1
C	839.7	8	CV6

Level of fecha	Level of cultivar	N	-----pestup----- Mean	Std Dev
F1	CV1	4	1773.52750	906.569274
F1	CV2	4	1930.98250	195.610257
F1	CV3	4	1843.45250	177.700336
F1	CV4	4	2189.26750	207.931985
F1	CV5	4	2630.24250	446.143841
F1	CV6	4	899.76500	422.141240
F2	CV1	4	694.93575	193.824244
F2	CV2	4	1285.42750	212.042926
F2	CV3	4	942.48250	334.281528
F2	CV4	4	703.50250	249.181374
F2	CV5	4	1524.42750	374.084575

Anexo 12. Análisis de suelo del cultivo de cañahua antes de la siembra.



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *PROYECTO ANDES CROP*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INGAVI, CHOQUENAIRA.

N° SOLICITUD: *138A / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *31 / Mayo / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *20 / Junio / 2013*
N° Factura : *6569 / 13*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - AC CHQ*

N° Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
302-01 /2013	TEXTURAL	ARENA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
302-02 /2014		ARCILLA	39	%	Hidrómetro de Bouyoucos
302-03 /2015		LIMO	36	%	Hidrómetro de Bouyoucos
302-04 /2016		CLASE TEXTURAL	FY	-	Hidrómetro de Bouyoucos
302-05 /2017		GRAVA	2.03	%	Gravimetría
302-06 /2018	CARBONATOS LIBRES		P	-	Reacción ácida
302-07 /2019	pH en agua 1:5		7,75	-	Potenciometría
302-08 /2020	pH en KCl 1N, 1:5		7,14	-	Potenciometría
302-09 /2021	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,117	dS/m	Potenciometría
302-10 /2022	CATIONOMBIOS	Acidez de cambio (Al+H)	0,02	meq/100 g	Volumetría
302-11 /2023		Calcio	14,37	meq/100 g	Absorción atómica
302-12 /2024		Magnesio	3,14	meq/100 g	Absorción atómica
302-13 /2025		Sodio	0,70	meq/100 g	Emisión atómica
302-14 /2026		Potasio	2,45	meq/100 g	Emisión atómica
302-15 /2027		Total de bases	20,66	meq/100 g	Suma de base
302-16 /2028		C. I. C.	20,68	meq/100 g	Volumetría
302-17 /2029	SATURACIÓN BÁSICA		99,9	%	Cálculo matemático
302-18 /2030	Materia Orgánica		3,79	%	Walkley Black
302-19 /2031	Nitrógeno total		0,19	%	Kjeldahl
302-20 /2032	Fósforo asimilable		42,91	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES.- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 1481, La Paz, Bolivia. Telf: 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo

Anexo 13. Análisis de suelo después del cultivo de cañahua.



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *PROYECTO ANDES CROP*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INGAVI, CHOQUENAIRA.

N° SOLICITUD: *138C / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *31 / Mayo / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *20 / Junio / 2013*
N° Factura : *6569 / 13*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - DC CHQ*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
304-01 /2013	TEXTURA	ARENA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
304-02 /2014		ARCILLA	41	%	Hidrómetro de Bouyoucos
304-03 /2015		LIMO	34	%	Hidrómetro de Bouyoucos
304-04 /2016		CLASE TEXTURAL	Y	-	Hidrómetro de Bouyoucos
304-05 /2017		GRAVA	2.40	%	Gravimetría
304-06 /2018	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
304-07 /2019	pH en agua 1:5	7,40	-	Potenciometría	
304-08 /2020	pH en KCl 1N, 1:5	6,89	-	Potenciometría	
304-09 /2021	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,159	dS/m	Potenciometría	
304-10 /2022	DECATACIONES	Acidez de cambio (A+H)	0,02	meq/100 g	Volumetría
304-11 /2023		Calcio	13,61	meq/100 g	Absorción atómica
304-12 /2024		Magnesio	2,83	meq/100 g	Absorción atómica
304-13 /2025		Sodio	0,58	meq/100 g	Emisión atómica
304-14 /2026		Potasio	2,30	meq/100 g	Emisión atómica
304-15 /2027		Total de bases	19,31	meq/100 g	Suma de base
304-16 /2028		C. I. C.	19,33	meq/100 g	Volumetría
304-17 /2029	SATURACIÓN BÁSICA	99,9	%	Cálculo matemático	
304-18 /2030	Materia Orgánica	3,83	%	Walkley Black	
304-19 /2031	Nitrógeno total	0,18	%	Kjeldahl	
304-20 /2032	Fósforo asimilable	17,67	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 24 de Agosto 2905, Telf.: 2433063 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.: 2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo

