

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTIRRIEGO CON LA INCORPORACIÓN
DE BIOL-BOVINO EN EL CULTIVO DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule*
Aellen) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA**

DAVID ERICK RAMIREZ OCHOA

LA PAZ – BOLIVIA

2014

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTIRRIEGO CON LA INCORPORACIÓN
DE BIOL-BOVINO EN EL CULTIVO DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule*
Aellen) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

DAVID ERICK RAMIREZ OCHOA

ASESORES:

Ing. Ph. D. René N. Chipana Rivera

Ing. Marco Antonio Echenique Quezada

REVISORES:

Ing. Ph. D. Félix Mamani Reynoso

Ing. M. Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ing. Rolando Céspedes Paredes

Aprobado:

Presidente Tribunal Examinador

LA PAZ – BOLIVIA
2014

DEDICATORIA

A: Dios por haberme dado la vida, quien supo guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante.

A mis padres: Mario Ramírez P. y Felisa Ochoa C. por sus cariños y apoyo incondicional en el trascurso de mi formación profesional.

A mis hermanas por estar siempre presente en los momentos difíciles.

A mis sobrinos quienes son motivación y

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado fuerzas, valor para culminar esta etapa y acompañarme todos los días.

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía por acogerme en sus aulas durante mi formación académica.

Agradecer a la Estación Experimental Choquenaira por brindarme los predios experimentales, los materiales que se utilizaron en la investigación, la vivienda donde nos acogió al equipo riego Choquenaira y a los trabajadores quienes compartieron experiencias y alegrías.

Un agradecimiento especial al Director de la Estación Experimental Choquenaira y Tribunal Revisor Ing. Rolando Céspedes P., por el valioso aporte que me ha brindado con sus sugerencias y consejos en mi formación profesional, a lo largo del presente trabajo.

Un agradecimiento al Equipo Riego Choquenaira, por compartir conocimientos, trabajos, amistad, experiencias inolvidables durante mi formación, en especial a Olga Ticona quien siempre estaba a mi lado apoyándome en la investigación.

Un agradecimiento a mis Asesores Ing. Ph. D. René Chipana Rivera y Ing Marco Antonio Echenique Quezada, por su colaboración, conocimientos y experiencias transferidas a lo largo de la investigación.

Al tribunal Revisor Ing. Ph. D. Félix Mamani Reynoso, Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca y Ing. Rolando Céspedes Paredes, por el tiempo empleado para la revisión y corrección del documento, aportando valiosas sugerencias.

A los ingenieros Milton Macías, Adrián Ramos, Silvia Aliaga, al técnico Eulogio Kantuta por sus apoyos en el transcurso de trabajo de campo y sugerencias realizadas.

A mis queridos padres Mario Ramirez P. y Felisa Ochoa C., por su apoyo incondicional y su cariño. Del mismo modo a mis hermanas y sobrinos, quienes son motivación y felicidad.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Pág.</i>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. La cañahua.....	3
3.1.1. Origen de la Cañahua.....	3
3.1.2. Botánica de la Cañahua.....	4
3.1.2.1. Descripción de la planta de cañahua.....	4
3.1.2.2. Taxonomía.....	4
3.1.2.3. Habito de crecimiento.....	5
3.1.2.4. Raíz.....	5
3.1.2.5. Tallo.....	5
3.1.2.6. Hojas.....	6
3.1.2.7. Inflorescencia.....	6
3.1.2.8. Características del grano.....	7
3.1.3. Fases fenológicas.....	7
3.1.4. Requerimientos del cultivo.....	9
3.1.5. Importancia nutricional de la Cañahua.....	9
3.2. Riego localizado.....	10
3.2.1. Riego por goteo	11
3.2.1.1. Cabezal.....	12
3.2.1.2. Red de tuberías y accesorios.....	13
3.3. Fertirriego.....	14
3.3.1. Ventajas e inconvenientes.....	14
3.3.2. Inyección de fertilizantes.....	15
3.4. Abonos líquidos.....	17
3.4.1. Biol.....	18
3.4.1.1. Biodigestores.....	19
3.4.2. Ventajas y desventajas.....	19
3.4.3. Aplicación del Biol.....	19
4. LOCALIZACIÓN.....	20
4.1. Ubicación geográfica.....	20
4.2. Características de la zona.....	21
4.2.1. Clima.....	21
4.2.1.1. Condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo.....	21
4.2.2. Recurso hídrico.....	22
4.2.2.1. Características del agua de riego.....	22
4.2.3. Suelo.....	23
4.2.3.1. Características del suelo de la parcela experimental.....	23
4.2.4. Insumos orgánicos.....	25
4.2.4.1. Características del Biol-Bovino.....	25
4.2.5. Fisiografía y vegetación.....	25

4.2.6.	Ganadería.....	26
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
5.1.	Materiales y equipos.....	27
5.1.1.	Material biológico.....	27
5.1.2.	Materiales de campo.....	27
5.1.3.	Materiales de Instalación del riego por goteo.....	27
5.1.4.	Equipos de instalación del riego por goteo.....	28
5.1.5.	Materiales de laboratorio.....	28
5.1.6.	Materiales de gabinete.....	29
5.1.7.	Insumo orgánico.....	29
5.2.	Métodos.....	29
5.2.1.	Instalación del método de riego por goteo.....	29
5.2.1.1.	Instalación del cabezal de riego.....	29
5.2.1.2.	Instalación de los laterales.....	29
5.2.1.3.	Conexión de los porta emisores a los laterales.....	30
5.2.2.	Toma de muestras.....	31
5.2.3.	Análisis de laboratorio.....	31
5.2.4.	Prueba de infiltración.....	33
5.2.5.	Siembra y manejo del cultivo.....	34
5.2.5.1.	Preparado del terreno para la siembra.....	34
5.2.5.2.	Prueba de germinación.....	34
5.2.5.3.	Siembra del cultivo.....	34
5.2.5.4.	Labores culturales.....	35
5.2.5.5.	Cosecha de la Cañahua.....	36
5.2.5.6.	Pos cosecha de la cañahua.....	37
5.2.6.	Carga de los Biodigestores.....	37
5.2.7.	Obtención e incorporación de Biol – Bovino en el cultivo.....	38
5.2.8.	Drenaje de la Parcela.....	39
5.2.9.	Riego del cultivo.....	39
5.2.10.	Análisis estadístico.....	41
5.2.11.	Modelo lineal aditivo.....	41
5.2.12.	Factores de estudio.....	41
5.2.13.	Dimensiones de la parcela experimental.....	42
5.2.14.	Croquis experimental.....	43
5.2.15.	Variables de estudio.....	46
5.2.15.1.	Altura de planta.....	46
5.2.15.2.	Cobertura vegetal.....	46
5.2.15.3.	Número de ramas.....	46
5.2.15.4.	Diámetro del tallo.....	46
5.2.15.5.	Días a la inflorescencia.....	46
5.2.15.6.	Días a la floración.....	47
5.2.15.7.	Días a la madurez fisiológica.....	47
5.2.15.8.	Rendimiento (kg/ha).....	47
5.2.15.9.	Índice de cosecha.....	47
5.2.15.10.	Diámetro del grano (mm).....	47
5.2.15.11.	Espesor del grano (mm).....	48
5.2.15.12.	Peso de 1000 granos (g).....	48

5.2.15.13.	Peso hectolítrico del grano (g/cm^3).....	48
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
6.1.	Análisis de comparación para altura de planta (cm).....	49
6.1.1.	Fases Fenológicas.....	50
6.1.2.	Cultivares de cañahua.....	51
6.2.	Análisis de comparación para cobertura vegetal (cm^2).....	52
6.2.1.	Fases Fenológicas.....	53
6.2.2.	Interacción entre Fases fenológicas y Cultivares de cañahua.....	54
6.3.	Análisis de comparación para número de ramas.....	54
6.4.	Análisis de comparación para diámetro de tallo (mm).....	56
6.4.1.	Fases fenológicas.....	57
6.5.	Análisis de comparación para días a la inflorescencia.....	57
6.5.1.	Fases fenológicas.....	58
6.6.	Análisis de comparación para días a la floración.....	59
6.6.1.	Fases fenológicas.....	60
6.6.2.	Cultivares.....	61
6.7.	Análisis de comparación para días a la maduración fisiológica.....	62
6.7.1.	Fases fenológicas.....	63
6.7.2.	Cultivares.....	64
6.8.	Análisis de comparación para rendimiento del grano (kg/ha).....	64
6.8.1.	Fases fenológicas.....	65
6.8.2.	Cultivares.....	66
6.9.	Análisis de comparación para índice de cosecha (%).....	67
6.9.1.	Fases fenológicas.....	68
6.9.2.	Cultivares.....	69
6.10.	Análisis de comparación para diámetro del grano (mm).....	69
6.10.1.	Fases fenológicas.....	71
6.11.	Análisis de comparación para espesor del grano (mm).....	71
6.11.1.	Fases fenológicas.....	72
6.12.	Análisis de comparación para peso de 1000 granos (g).....	73
6.12.1.	Cultivares.....	74
6.13.	Análisis de comparación para peso hectolitrico del grano (g/cm^3)...	75
7.	CONCLUSIONES	77
8.	RECOMENDACIONES y/o SUGERENCIAS	78
9.	BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS		84

INDICE DE CUADROS

	<i>Pág.</i>
Cuadro 1. Valor nutritivo de los granos andinos comparado con otros cultivos...	10
Cuadro 2. Valor nutritivo de los granos andinos expresados en gr/100 gr de grano.....	10
Cuadro 3. Características del agua de riego.....	22
Cuadro 4. Análisis físico de suelo.....	23
Cuadro 5. Análisis químico de suelo.....	24
Cuadro 6. Análisis químico del Biol-bovino.....	25
Cuadro 7. Programación de riego del cultivo de cañahua.....	40
Cuadro 8. Factores y niveles de estudio.....	42
Cuadro 9. Interacciones de factores de estudio.....	42
Cuadro 10. Dimensiones de la parcela experimental	43
Cuadro 11. Análisis de varianza para altura de planta de la cañahua (cm).....	49
Cuadro 12. Comparaciones de medias por Duncan para altura de planta en fases fenológicas del cultivo.....	51
Cuadro 13. Comparaciones de medias por Duncan para altura de planta en los tres cultivares.	51
Cuadro 14. Análisis de varianza para cobertura vegetal de la cañahua (cm ²)....	52
Cuadro 15. Comparaciones de medias por Duncan para cobertura vegetal en fases fenológicas del cultivo.	54
Cuadro 16. Análisis de varianza para el número de ramas de la cañahua por efecto del fertirriego.....	55
Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro de tallo de la cañahua (mm) por efecto del fertirriego y a secano.....	56
Cuadro 19. Prueba de Duncan en fases fenológicas del cultivo.....	57
Cuadro 20. Análisis de varianza para días a la inflorescencia de la cañahua.....	58
Cuadro 21. Prueba de Duncan en fases fenológicas del cultivo.....	59
Cuadro 22. Análisis de varianza para días a la floración de la cañahua.....	59
Cuadro 23. Comparaciones de medias por Duncan.....	61
Cuadro 24. Comparación de Duncan en Cultivares.....	61
Cuadro 25. Análisis de varianza para días a la maduración fisiológica de la cañahua.....	62
Cuadro 26. Comparaciones de medias por Duncan en fases fenológicas.....	63
Cuadro 27. Comparación de Duncan en cultivares.....	64
Cuadro 28. Análisis de varianza para rendimiento del grano de cañahua (kg/ha)	65
Cuadro 29. Comparaciones de medias por Duncan.....	66
Cuadro 30. Comparación de Duncan en cultivares.....	66
Cuadro 31. Análisis de varianza para índice de cosecha del grano de cañahua..	67
Cuadro 32. Comparaciones de medias por Duncan para fases fenológicas.....	68
Cuadro 33. Comparaciones de medias por Duncan.....	69
Cuadro 34. Análisis de varianza para diámetro del grano de cañahua (cm).....	70
Cuadro 35. Comparación de medias por Duncan para fases fenológicas.....	71
Cuadro 36. Análisis de varianza para el espesor del grano de cañahua (mm)....	72
Cuadro 37. Comparaciones de medias por Duncan	73
Cuadro 38. Análisis de varianza de peso de 1000 de granos de cañahua (g)....	74
Cuadro 39. Comparaciones de medias por Duncan.....	75
Cuadro 40. Análisis de varianza para el peso hectolítrico del grano de cañahua.	76

ÍNDICE DE FIGURA

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Fases fenológicas de la cañahua.....	8
Figura 2. Inyector Venturi.....	16
Figura 3. Tanque de fertilización.....	17
Figura 4. Ubicación geográfica del área de investigación en la E. E. Choquenaira.....	20
Figura 5. Cabezal de riego	29
Figura6. Instalación de los laterales.....	30
Figura7. Conexión de los porta emisores a los laterales.....	30
Figura8. Prueba de germinación de cañahua.....	34
Figura9. Siembra de la cañahua.....	35
Figura10. Cosecha de tres cultivares de cañahua.....	37
Figura11. Venteo de la cañahua.....	37
Figura12. Incorporación de Biol al riego por inyector Venturi.....	38
Figura13. Riego a capacidad de campo.....	39
Figura 14. Croquis del método de riego por goteo.....	44
Figura 15. Croquis de distribución de tratamientos.....	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<i>Pág.</i>
Grafico 1. Condiciones climáticas registrada en la Estación Experimental Choquenaira.....	21
Grafico 2. Altura de planta por efecto del fertirriego y a secano.....	50
Grafico 3. Cobertura vegetal de planta por efecto del fertirriego y secano.....	53
Grafico 4. Número de ramas por efecto del fertirriego y a secano.....	55
Grafico 5. Diámetro de tallo por efecto del fertirriego y secano.....	56
Grafico 6. Días a la inflorescencia por efecto del fertirriego y Secano.....	58
Grafico 7. Días a la floración por efecto del fertirriego y secano.....	60
Grafico 8. Días a la maduración fisiológica por efecto del fertirriego.....	62
Grafico 9. Rendimiento del grano por efecto del fertirriego y secano.....	65
Grafico 10. Índice de cosecha del grano por efecto del fertirriego y secano.....	68
Grafico 11. Diámetro del grano por efecto del fertirriego y secano.....	70
Grafico 12. Espesor del grano por efecto del fertirriego y secano.....	72
Grafico 13. Peso de 1000 granos por efecto del fertirriego y secano.....	74
Grafico 14. Peso hectolitrico del grano por efecto del fertirriego y secano.....	76

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de Biol-Bovino en el cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira, ubicada a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz, situada a una altitud de 3870 m.s.n.m.

Los cultivares que se utilizaron en la investigación, fueron Condornaira, Ecotipo naranja y Lasta naranja, proporcionadas por el programa Granos Andinos – Germoplasma Andino de la Estación Experimental Choquenaira. Y el insumo orgánico que se utilizó es Biol-bovino, obtenidas de los Biodigestores tubulares instalados en la Estación Experimental Choquenaira. El fertirriego se realizó, por el método de riego por goteo.

La metodología que se aplicó en la investigación está basada en un análisis cuantitativo, y las variables evaluadas fueron altura de planta, cobertura vegetal, diámetro de tallo, número de ramas, días a la ramificación, días a la inflorescencia, días a la floración, días a la madurez fisiológica, rendimiento del grano, índice de cosecha, diámetro del grano, espesor del grano, peso de 1000 granos y peso hectolitrico. La siembra del cultivo se realizó el 10 de octubre de 2013 y la cosecha en el mes de febrero de 2014.

La aplicación del Biol-bovino por el riego por goteo, muestra efecto significativos en la altura de planta y cobertura vegetal, cuando se aplica Biol en la fase de ramificación, y los cultivares que responde mejor son Ecotipo naranja y Condornaira. Cuando se aplica Biol en la fase de inflorescencia, la madurez fisiológica llega a los 113 días, mientras que a secano llega a los 152 días a su madurez fisiológica. Además el Biol tiene efecto significativo en el espesor del grano con 1.14 mm, cuando se aplica Biol en la fase de Floración, y a secano presenta un valor de 0.89 mm.

Por otra parte el riego tiene efecto significativo en el rendimiento del grano, el cultivar que mayor valor tiene es Lasta naranja con 2229.5 kg/ha, también el riego muestra una significancia en el diámetro de tallo, con 1.36 mm, con relación a secano que es 1.18 mm. Además con el riego el ciclo del cultivo disminuyo con relación a secano.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de riego presurizado se caracterizan por optimizar de forma eficiente el agua de riego, muchos de estos sistemas de riego están en función a las características del sector, encontrándose sistemas fijos, semi fijos y móviles, las mismas que se adaptan a terrenos con topografías variables.

La fertirrigación es un término en el que los fertilizantes son incorporados al suelo mediante el agua de riego. Este método puede ser utilizado por aspersion, micro aspersion, goteo, exudación, por cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, los fertilizantes son transportados hacia el suelo para que la planta pueda aprovechar para su desarrollo.

En la actualidad generalmente lo que se aplica en la fertirrigación son fertilizantes químicos, ya que por el exceso y mala aplicación de algunos de ellos, se llega a degradar el suelo, incluso matar algunos organismos benéficos del suelo. Pero no solamente se puede aplicar fertilizantes químicos, también se pueden utilizar fertilizantes orgánicos, por ello en la investigación planteada se utilizó el Biol-bovino obtenidas de Biodigestores tubulares.

El Biol es un insumo liquido orgánico que se obtiene mediante la fermentación anaeróbica en agua de estiércoles, plantas y otros materiales orgánicos que se puedan encontrar en el lugar, no siempre se sigue las recetas que muchos autores mencionan, todo depende de lo que existe en el sitio establecido.

La cañahua en Bolivia es poco difundida, además que es una especie importante en la alimentación del hombre por su elevado valor nutritivo al poseer un alto contenido de proteína, fibra cruda, carbohidratos y minerales como el hierro.

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es una especie rústica que se adapta a condiciones climáticas drásticas y en suelos de baja fertilidad, se cultiva a escala familiar donde no es frecuente el abonado, entonces no se restituye lo extraído por los cultivos en cada periodo agrícola, de ahí para contribuir al requerimiento

nutricional de la cañahua puede ser fertilizado periódicamente con abonos líquidos orgánicos fermentados y poder obtener un cultivo ecológico y sostenible en el tiempo (Quispe, 2003).

En el presente trabajo de investigación se conoció el efecto del fertirriego en el cultivo de la cañahua y el momento oportuno en la aplicación del Biol-bovino tomando en cuenta tres de las Fases Fenológicas (Ramificación, Inflorescencia y Floración).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar el efecto de la aplicación del fertirriego con la incorporación de Biol-Bovino en el cultivo de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el efecto del fertirriego en las características fenotípicas del cultivo de cañahua y los días a las fases fenológicas.
- ✓ Evaluar el rendimiento de grano de cañahua en los diferentes tratamientos frente al testigo.
- ✓ Realizar las evaluaciones del grano de cañahua por la aplicación del fertirriego.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. La Cañahua

Mamani (2003), indica que la cañahua como cultivo andino, a pesar de que ha despertado el interés creciente de la población nacional y mundial, debido a su valor nutritivo al igual que la quinua, comparados con otros cultivados como trigo, maíz, cebada y otros, además de tener propiedades medicinales.

Bonifacio (2006), menciona que la cañahua se cultiva principalmente en las zonas altas y frías del altiplano, este cultivo se adapta a mayores altitudes que la quinua y puede tolerar mejor las heladas, aunque el cultivo es relativamente exigente en humedad y fertilidad de suelo.

Según Tapia (2005), la cañahua representa un cultivo estratégico, no solo para la sobrevivencia de los pueblos alto andinos, sino para toda una población carente y creciente de muchas necesidades alimenticias y que requiere ser revalorizado e impulsado su producción y su consumo desde el lugar de origen, en el marco de un desarrollo sostenible, en especial para las comunidades productoras y porque no para toda la población.

3.1.1. Origen de la Cañahua

Apaza (2010), menciona que la cañahua es un cultivo originario del altiplano entre Perú y Bolivia, por la mayor área cultivada y diversidad de ecotipos de esta especie, fue domesticada por pobladores de la cultura Tiahuanaco, en la meseta del Collao.

El mismo autor menciona que en 1929, el botánico suizo Paul Aellen, creó la denominación *Chenopodium pallidicaule* Aellen, para nombrar a esta especie; utilizándose indistintamente el nombre de kañiwa o kañawa relacionadas con el origen del vocablo kañiwa es propia de las regiones con idioma quechua y kañawa de la población aymara.

IPGRI (2005), menciona que la cañahua es una especie originaria de la zona circundante al Lago Titicaca, compartida entre Perú y Bolivia, fue ampliamente conocida y cultivada durante el imperio incaico, particularmente por la cultura

Tiahuanacota, pero empezó a relegarse desde la Colonia hasta quedar hoy prácticamente en vía de extinción.

Es incierto; pero es casi seguro que sea nativa de los andes, tiene una tendencia a encontrarse en el altiplano, lo que explica por qué se utilizó en la agricultura andina, en época de la conquista se le utilizaba en mayor grado que en la actualidad (Ministerio de Agricultura del Perú, 2008).

3.1.2. Botánica de la Cañahua

3.1.2.1. Descripción de la planta de cañahua

Apaza (2010), indica que la planta es herbácea, ramificada desde la base, altura de 50 cm, periodo vegetativo entre 140 a 150 días, el color de la planta (tallos y hojas) cambia según el ecotipo en la fase fenológica de grano pastoso; de verde a: anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y purpura.

Woods y Eyzaguirre (2004), mencionan que la cañahua es una planta de gran diversidad genética, de auto-polinización y que alcanza una altura de 20 a 60 cm, además produce numerosas semillas de un tamaño aproximado de un milímetro y existen varias variedades, cada una con su propia forma y color de grano. El mismo autor indica que la siembra es, usualmente al voleo, y dependiendo a la variedad la planta tarda entre 95 y 150 días en crecer y madurar.

Por su parte Mujica *etal.* (2002), señalan que la planta es anual de 25-70 cm de altura, según los ecotipos.

La cañahua es una planta terofita erguida o muy ramificada desde la base, de un porte entre 20 y 70 cm, tanto los tallos en su parte superior, como las hojas y las inflorescencias están cubiertos de vesículas blancas o rosadas (Alexis, 2014).

3.1.2.2. Taxonomía

Según Cronquist *etal.*, (1996), Jones y Luchsinger (1979); Revisado por Mamani (2003), plantea que la cañahua corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Vegetal
Sub reino	:	Embryobionta
División	:	Magnoliophyta
Sub división	:	Angiospermas
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Caryophyllidae
Orden	:	Caryophylliales
Familia	:	Chenopodiáceae
Género	:	Chenopodium
Especie	:	Chenopodium pallidicaule Aellen
N. Común	:	Cañahua, kañihua, kañiwa

3.1.2.3. Habito de crecimiento

Apaza (2010), menciona que la planta de cañahua tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos; “lasta” de tallos semierguidos y “pampa lasta” de tallos tendidos sólo sus extremos son erguidos.

Por su parte Mujica *etal* (2002), señalan que presentan dos tipos de variaciones en la ramificación; “Sigua”, de crecimiento erecto y pocas ramas secundarias, y “Lasta”, con bastante ramificación.

3.1.2.4. Raíz

Apaza (2010), indica que la raíz es pivotante, relativamente profunda de 13 a 16 cm, con escasa ramificación principal y numerosas raicillas laterales, varían del color blanco cremoso al rosado pálido.

Mujica *etal* (2002), señalan que la raíz es pivotante, con múltiples ramificaciones finas.

3.1.2.5. Tallo

Apaza (2010), menciona que el tallo es hueco, estriado y ramificado desde la base de la planta con ramas secundarias, el número de ramas varía de 11 a 16 según el

ecotipo, se cuenta desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en madurez fisiológica.

El mismo autor indica que el diámetro del tallo central medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica varía de 3.5 a 4 mm. El color del tallo en madurez fisiológica varía de acuerdo al ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro.

Por su parte Flores (2006) cita a Cano (1973), indicando que la raíz es pivotante y bastante profunda de manera que pueda alcanzar longitudes de 15 a 30 cm respectivamente con presencia de numerosas raicillas laterales.

3.1.2.6. Hojas

Apaza (2010), menciona que las hojas son tribuladas, alternas con peciolo cortos de 10 a 12 mm, forma de lámina foliar: romboidal, triangular, ancha ovada, mide 3.0 a 3.5 cm de largo y 2.5 a 2.8 cm de ancho, con borde entero o dentado. Las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en el envés, que se une en la inserción del peciolo, las hojas contienen vesículas con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración en condiciones muy secas.

Por su parte Flores (2006) cita a Calle (1980), mencionando que las hojas de esta especie son alternas y diformas en las ramas, las hojas terminales son sésiles, angostas, ovadas y de láminas gruesas; mientras las hojas centrales y basales son pecioladas de ápice obtuso, trinervadas y al alcanzar la madurez fisiológica se tornan de colores amarillo, morado, rosado y anaranjado debido a los pigmentos de antocianina, betacianina y xantofilas que adquieren los diversos ecotipos.

3.1.2.7. Inflorescencia

Apaza (2010), indica que las inflorescencias son glomérulo inconspicuos, cimosas axilares o terminales, cubiertas por hojas terminales que las protegen de las temperaturas bajas. Las flor es de tipo basipeta, hermafroditas, androceo formado

por 1-3 estambres con diferente longitud del filamento estaminal, gineceo con ovario súpero unicelular.

A su vez Alexis (2014), menciona que son incospicuas, cimosas axilares o terminales y totalmente cubiertas por el follaje, las flores están agrupadas formando espigas. El mismo autor indica que presentan flores hermafroditas o estaminadas muy pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro sésiles, el perigonio está cubierto de cinco partes, los estambres son generalmente de 1-3 con un estaminodio minúsculo, el gineceo está formado por el pistilo superado por el periantio esférico y terminado en dos ramas estigmáticas apicales generalmente soldadas en su base.

3.1.2.8. Características del grano

Apaza (2010), menciona que el grano no contiene saponina, es de forma subcilíndrica, cónico, sublenticular, subcónico u subelipsoidal de 1.0 a 1.2 mm de diámetro, el embrión es oscuro y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de pericarpio muy fino y translúcido.

El grano de cañahua es pequeño, el mismo que casi nunca ha sobrepasado el milímetro de diámetro, con alto porcentaje de granos negros, lo que hace necesario el uso de técnicas para superar este inconveniente (Mujica *etal.*, 2002).

3.1.3. Fases fenológicas

Respecto a las fases fenológicas de la cañahua, Lescano (1997) menciona las siguientes:

- a) **Emergencia.**- Aparición de cotiledones sobre la superficie del suelo, esta fase es muy susceptible al ataque de plagas.
- b) **Dos hojas verdaderas.**- Se inicia el crecimiento de la planta las primeras hojas realizan la fotosíntesis.

- c) **Ramificación.**-Se inicia el desarrollo de ramas secundarias y aparecen en la base de la planta en forma opuesta, alcanzando una longitud de 5 cm paralelos al tallo principal.
- d) **Formación de inflorescencia.**-Es la fase en la que se observa la aparición de las primeras inflorescencias en la rama principal.
- e) **Floración.**-La duración de la floración es de 11.3 días, la apertura de flores dura 5.3 días y el inicio a la floración se realiza a los 50 días de la siembra. Cunado tiene un 50 por ciento de apertura de las flores en la rama principal.
- f) **Grano lechoso.**- Cuando se presiona el grano deja escapar un líquido lechoso, esta fase es la más susceptible a la incidencia de las heladas menores a 2 °C.
- g) **Grano pastoso.**-Cuando se presiona los granos de la cañahua muestra una consistencia.
- h) **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 traslado de los nutrientes hacia la semilla.

Por su parte Yzarra y López (s.f.) mencionan la siguiente fase fenológica (Figura 1) que se muestra a continuación.

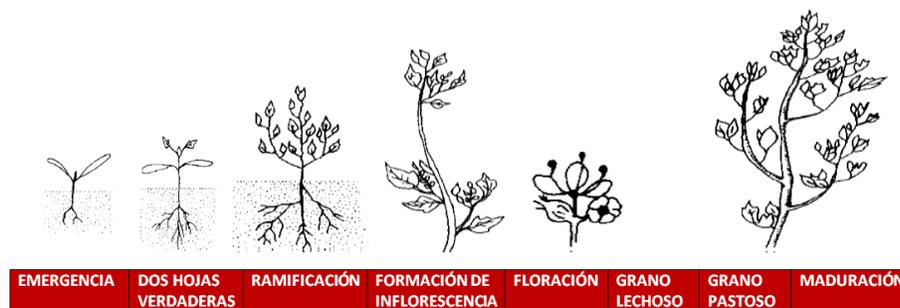


Figura 1. Fases fenológicas de la Cañahua.

3.1.4. Requerimientos del cultivo

En términos generales, los requerimientos del cultivo son similares al de la quinua, sin embargo, es menos exigente en calidad de suelo, desarrollándose mejor en suelos franco-arcillosos a franco con buen drenaje, soporta temperaturas más bajas hasta -3°C sin aumentar su producción (Lescano, 1997).

Por su parte Vidaurre (2002) cita a la FAO (1992), indicando que requiere una humedad de 500 – 800 mm de lluvias, pudiendo tolerar periodos prolongados de sequía; muestra susceptibilidad extrema al exceso de humedad en las primeras fases de desarrollo.

El mismo autor menciona que el cultivo de cañahua prefiere suelos franco-arcillosos provistos de suficiente fósforo y potasio. El pH adecuado varía de 4.8 a 8.5 mostrando tolerancia a la salinidad.

A su vez Alexis (2014), indica que al igual que la quinua, la cañahua responde mejores rendimientos a la fertilización con nitrógeno y fosforo (120-60), lo cual elevan una producción a 2400 kg/ha.

3.1.5. Importancia nutricional de la Cañahua

Apaza (2010), menciona que la cañahua se caracteriza por contener proteínas de alto valor biológico, mayor que el de la quinua, además de fibra. El mismo autor menciona que es un alimento considerado nutracéutico o alimento funcional, con un elevado contenido de proteínas (15.7 – 18.8 por ciento) y una proporción importante de aminoácidos esenciales, entre los que se destaca la lisina (7.1%), aminoácido escaso en los alimentos de origen vegetal, que forma parte del cerebro humano.

Según Mujica *etal.* (2002), indican que entre las Chenopodiáceas, la cañahua en su grado tiene un alto valor nutricional, por su elevado contenido de proteínas que varía entre 15 - 19 por ciento y al igual que la Quinua y la Kiwicha tienen una proporción importante de aminoácidos azufrados, con la ventaja de no poseer saponinas (antinutrientes que son necesarios de eliminar antes del consumo) a diferencia de la quinua, lo cual facilita su utilización en la dieta alimenticia.

Lescano (1997), menciona que se han realizado análisis para mostrar las bondades nutritivas de este grano, el mismo que muestra porcentajes adecuados de proteína, carbohidratos, fibra, cenizas, entre otras características o componentes, los cuales se muestran en la Cuadro 1 y 2.

Cuadro 1. Valor nutritivo de los granos andinos comparado con otros cultivos

CULTIVO	PROTEÍNA %g.	LISINA %prot.	CALCIO mg.
Quinoa	14.0	61.0	120
Kañiwa	15.0	58.0	117
Kiwicha	16.0	-----	179
Trigo	10.0	20.0	35
Tarwi	40.0	20.0	135
Soya	28.0	30.0	260

Fuente: Lescano, 1997.

Cuadro 2. Valor nutritivo de los granos andinos expresados en g/100 g de grano.

ELEMENTOS	QUINUA	KAÑIWA	TARWI
Mat. Seca	87.4	90.2	89.5
Proteína %	14.22	15.18	40-48
Grasas	5.1	8.4	20.0
Carbohidratos	59.7	58.6	20.0
Cenizas	3.4	3.4	2.8
Fibra	4.1	3.8	7.3

Fuente: Lescano, 1997.

3.2. Riego localizado

Una manera moderna de regar es la utilización de los métodos de riego por goteo y micro aspersión, también conocido como riego localizado, que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, solo se moja una zona restringida del volumen radicular. Estos métodos son apropiados para zonas donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis (1.5 - 2 l/h) y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control del agua aplicada y algunos otros beneficios agronómicos (Lopez, 2009).

Según López *et al.* (1997), mencionan que el riego localizado es denominado internacionalmente Micro irrigación, es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular y se caracteriza por:

- a) No moja, en general, la totalidad del suelo, aplicando el agua sobre o bajo su superficie.
- b) Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- c) Aplica el agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión, que en algunos casos puede ser alto.
- d) Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto, su capacidad de almacenamiento de agua, se opera con la frecuencia necesaria para mantener un alto contenido de humedad en el suelo.

Fuentes (1998), señala que el riego localizado incluye:

- *Riego por goteo.* El agua se aplica mediante dispositivos que la echan gota a gota o mediante flujo continuo, con un caudal inferior a 16 litro/hora por punto de emisión o por metro lineal de manguera de goteo.
- *Riego por microaspersión.* El agua se aplica mediante dispositivos que la echan en forma de lluvia fina, con caudales comprendidos entre 16 y 200 litros /hora por punto de emisión.

3.2.1. Riego por goteo

Chipana (2008), indica que el volumen de suelo mojado es mucho menor que en los métodos de riego por superficie y aspersion, sin embargo el desarrollo de un sistema radicular muy activo compensa la reducción del volumen de suelo mojado.

López *et al.* (1997), menciona que se llama así a los sistemas que aplican agua con caudal no superior a 16 l/h por punto de emisión o metro lineal de manguera de goteo.

Santo *et al.* (2010), indica que el riego por goteo, es donde el agua se aplica lentamente a la superficie del suelo a través de pequeños orificios emisores, llamados goteros.

Edmundo (*s.f.*), menciona en este método de riego, el agua se aplica directamente al suelo, gota a gota, utilizando unos aparatos llamados goteros, los cuales necesitan presión para su funcionamiento, aunque esta presión es mucho más baja que la que se necesita en riego por aspersion.

3.2.1.1. Cabezal

Hoogendam y Ríos (2008), indican que el cabezal está constituido por varios equipos y accesorios que conjuntamente permiten regular el caudal, controlar la calidad del agua y generar la presión necesaria para la operación del sistema.

Los mismos autores mencionan, las piezas comunes en este tipo de cabezales son las siguientes:

- a) **Válvulas.** El uso de las válvulas en cabezales permite la regulación, control y correcta operación del flujo hacia las áreas de riego. Generalmente se cuenta con válvula de aire, válvulas de paso y en sistemas con bombeo una válvula de retención.
- b) **Manómetros.** Los manómetros instalados en un cabezal sirven para medir la presión del ingreso al sistema tecnificado. Regularmente se cuenta con un par de ellos, antes y después de los filtros, para verificar su estado de operación.

- c) **Filtros.** Los filtros tienen función de la limpieza física del agua. De acuerdo con la calidad de agua y de los emisores utilizados, se instala uno o varios tipos de filtros. Pueden ser instalados en serie cuando se realizan varios pasos de limpieza o paralelo cuando se desea incrementar el caudal del filtrado.
- d) **Bombas.** Las bombas tienen la función de impulsar agua a presión por la red de tuberías, por lo general se utiliza bombas centrifugas, con motores de explosión o eléctricos. En zonas en ladera se aprovecha la diferencia de cota entre un punto de carga elevado y las parcelas agrícolas, para cargar el sistema tecnificado, sin tener que usar bombas.
- e) **Inyectores de fertilizante.** Los inyectores son equipos especiales para aplicar fertilizantes conjuntamente al agua de riego.

3.2.1.2. Red de tuberías y accesorios.

Hoogendam y Río (2008), mencionan para la distribución de agua desde la fuente hacia las unidades, los sistemas de riego tecnificado cuentan con una red de tuberías, compuesta por:

- a) **Tubería principal.** Es la tubería que conecta el cabezal con las áreas de riego, los materiales preferidos para estas líneas son PVC, polietileno de alta densidad y tramos de fierro galvanizado, en diámetros que suelen fluctuar entre 2" y 10". La tubería principal siempre está enterrada para su protección.
- b) **Tubería secundaria.** Transporta el agua desde la red principal hacia los laterales, por lo general con diámetros de 1" a 2 ½". Preferentemente son tuberías PVC o polietileno y pueden estar enterradas.
- c) **Laterales.** Son tuberías de mangueras o a las que están conectadas los emisores, por lo general sus diámetro fluctúan entre 16 mm y 20 mm para sistema de riego por goteo. el material predominante es el polietileno de baja densidad

Los mismos autores indican, que entre los principales accesorios de una red, se encuentran:

- a) **Conexiones de tubería.** Para la conformación de la red se precisa accesorios para unir tuberías, generar giros en líneas de transporte y derivar parte del flujo

hacia sectores. Para ello se cuenta el mercado con una gran cantidad de accesorios en PVC y accesorios de Junta Rápida para polietileno.

b) Válvulas de control. Existen una gran variedad de válvulas cuyas funciones son el de mantener una sola dirección de flujo y regular el caudal de paso. Hay válvulas de retención, válvulas de paso (compuerta, medio giro, globo), válvulas automáticas de regulación de presión y caudal.

c) Accesorios auxiliares. Entre estos se cuenta con válvulas de aire (ventosa) y válvulas para medir el volumen y caudal, las que tienen por objetivo mejorar las condiciones de operación y control del flujo.

3.3. Fertirriego

Martínez (1998), menciona que la fertirrigación o fertirriego es el proceso mediante el cual los fertilizantes o elementos nutritivos que necesita una planta son aplicados junto con el agua de riego.

Bello y Pino (2000), indican que la fertirrigación no es otra cosa más que la adición al agua de riego de productos fertilizantes destinados a la nutrición de un cultivo a lo largo de su ciclo de desarrollo.

Santos *et al.* (2010), señalan que la aplicación de fertilizantes deberá ser del 70% al 80% de la duración del riego, dando el tiempo suficiente para limpiar el sistema tras la aplicación con agua de riego limpia.

Por su parte Lutenberg (s.f.), señala que el fertirriego es la aplicación Localizada de uno o más nutrientes en el agua de riego según la demanda del cultivo.

López *et al.* (1997), indican que es la incorporación de las sustancias fertilizantes al suelo a través de agua de riego, esta práctica, que ya se venía aplicando algunas veces al riego por inundación y aspersión, es de uso común en riego localizado donde los métodos tradicionales de fertilización se han mostrado, en general, poco eficientes.

Según Ferreyra *etal.* (2005), señalan que la fertirrigación comienza en el cabezal de riego, en donde son mezclados los fertilizantes (solución madre) e inyectados al sistema, posteriormente esta disolución es conducida por tuberías y localizada en el suelo, donde puede ser absorbida por las plantas.

3.3.1. Ventajas e inconvenientes

Para Bello y Pino (2000), menciona que como toda metodología, la fertirrigación proporciona ventajas importantes al agricultor, pero no se encuentra extensa algunas limitaciones o inconvenientes que si bien no la hacen inaplicable, advierten sobre su manejo y adaptación a diferentes modalidades o esquemas en la explotación agrícola nacional.

Cadahía *etal.* (2005), indican que entre las ventajas del sistema de fertirrigación, se puede citar:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Ahorro considerable de agua.
- Posibilidad de usar aguas de riego de baja calidad.
- Nutrición optimizada del cultivo y, por lo tanto, aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación por exceso de fertilizantes.
- Mayor eficiencia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Mayor uniformidad en la distribución del fertilizante, en relación con la aplicación “en seco”.

Los mismos autores mencionan que entre los posibles inconvenientes del sistema de fertirrigación, se pueden citar:

- Costo inicial en infraestructura.
- Obstrucción de goteros.
- Debe ser manejado por personal especializado o mínimamente entrenado.

3.3.2. Inyección de fertilizantes

Cadahía *etal.* (2005), mencionan que la fertirrigación debe terminar, al menos, 15 minutos antes que el agua de riego deje salir por el emisor más alejado, con el fin de lavar los productos químicos y evitar su precipitación. Los métodos actuales de inyección son tres:

a) Venturi

Cadahía *etal.* (2005), mencionan que en Venturi se distinguen tres partes; tobera, garganta y difusor. La segunda es de un diámetro pequeño de manera que el agua alcanza una velocidad tan elevada que la presión se hace negativa. Se crea así una diferencia de presión entre la atmosférica y la establecida en la garganta, causante del flujo de solución fertilizante entre el depósito y la garganta.

Los mismos autores indican que es el sistema más barato; pero el que más pérdidas produce, nunca inferiores a un 30% de la presión de entrada, por lo que la presión de funcionamiento de los emisores será más baja cuando está conectado y su caudal sea menor. El problema se minimiza utilizando emisores compensantes, y si no fuera así, debe aumentarse el tiempo de riego.

Figura 2. Inyector Venturi



Fuente: Propia, 2013

b) Tanques de fertilización

López *et al.* (1997), indican que consiste en un depósito donde se coloca la solución que se quiere incorporar y que, una vez cerrado alcanza en su interior la misma presión que la red de riego, por ello el tanque debe ser capaz de soportar la presión estática y dinámica de la red. Los mismos autores mencionan que lo normales que resistan unos 3 bares como mínimo, aunque se recomienda que soporten una presión de trabajo de unos 6 bares.

Así mismo Lutenberg (s.f.) muestra el tanque de fertilización en la (Figura 3).

Figura 3. Tanque de fertilización



Fuente: Lutenberg (s.f.)

Cadahía *et al.* (2005), mencionan que son depósitos herméticamente cerrados, metálicos o de plástico reforzado con fibra de vidrio, en los que se introduce la solución fertilizante, el depósito se conecta en paralelo a la red de manera que solo circula por él una fracción del caudal, tanto mayor cuanto mayores son las pérdidas introducidas. Los caudales entrantes y salientes son idénticos.

c) Bomba de inyección

Cadahía *et al.* (2005), señalan que es el sistema más preciso y más caro de los tres; pero en caso de accionamiento eléctrico (no siempre posible) no se altera el funcionamiento del sistema al no consumir energía hidráulica, lo que si ocurre con las bombas accionadas hidráulicamente.

Según Moreno (2005), indica que se basa en el uso de una bomba de pistón o de membrana, para la inyección de fertilizante desde el tanque de mezcla al sistema de riego. Esta bomba suele ser accionada por un motor eléctrico (bomba de pistón) o hidráulicamente por el agua de la red (bomba de membrana) produciendo pequeñas pérdidas de presión en la red.

3.4. Abonoslíquidos

Restrepo (2007), indica que los abonos líquidos son biofertilizantes con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de mierda de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días, bajo un sistema anaeróbico.

Gómez y Vásquez (2011), mencionan que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha causado muchos problemas en la agricultura, entre ellos se mencionan la contaminación del medio ambiente, aumento de los costos de producción y salinización de los suelos. Los mismos autores indican que muchos de los agricultores se han vuelto dependientes de estos productos porque desconocen la eficacia de los abonos orgánicos y sus beneficios.

3.4.1. Biol

INIA (2008), menciona que el Biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.

Colque *et al.* (2005), indican que el Biol es una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades que es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estrada (2007), indica que el Biol es un abono orgánico líquido, producto de una mezcla líquida elaborado por descomposición o fermentación en ausencia de

oxígeno o anaeróbica, cuyo producto es un residuo líquido y otro sólido. El residuo líquido es el Biol, que se utiliza como fertilizante foliar.

Álvarez (2010), menciona que es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). El mismo autor indica que el Biol contiene nutrientes de valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas.

3.4.1.1. Biodigestores

3.4.2. Ventajas y desventajas

Álvarez (2010), señala las siguientes ventajas del uso del Biol:

- Se puede elaborar en base a insumos que se encuentran en la comunidad.
- No tiene una receta fija, los insumos pueden variar de acuerdo a la disponibilidad del agricultor.
- Estimula el trabajo de los microorganismos benéficos del suelo.
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas.
- Permite un mejor desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos.
- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormona de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas.
- Bajo costo y se puede preparar en la parcela.
- Mejora el vigor del cultivo y le permite soportar una mayor eficiencia de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima.

El mismo autor indica algunas desventajas que se muestran a continuación:

- Tiene un largo tiempo de preparación: entre dos y tres meses. Esto hace necesario planificar su producción anticipadamente, dependiendo de las necesidades del abono.
- En grandes extensiones de terreno, es necesaria una mochila para su aplicación.

3.4.3. Aplicación del biol

Colque *et al.* (2005), indican que su aplicación con parte efluente puede ser dirigidos al follaje, y con el lodo se puede aplicar al suelo, a la semilla y/o a la raíz.

Por su parte Suasaca *et al.* (2009), mencionan que el Biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o raíz.

4. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía-UMSA, está ubicada en la comunidad de Choquenaira, a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz (Figura 4); situada a una altitud de 3870 m.s.n.m., geográficamente se halla a 16°41'39,25'' latitud Sur y a 65°17'14,31'' longitud Oeste, el camino que comunica con Viacha a las comunidades son de tierra y ripiadas; en época de lluvias existe anegamiento en los caminos de tierra (Mamani y Céspedes, 2012).

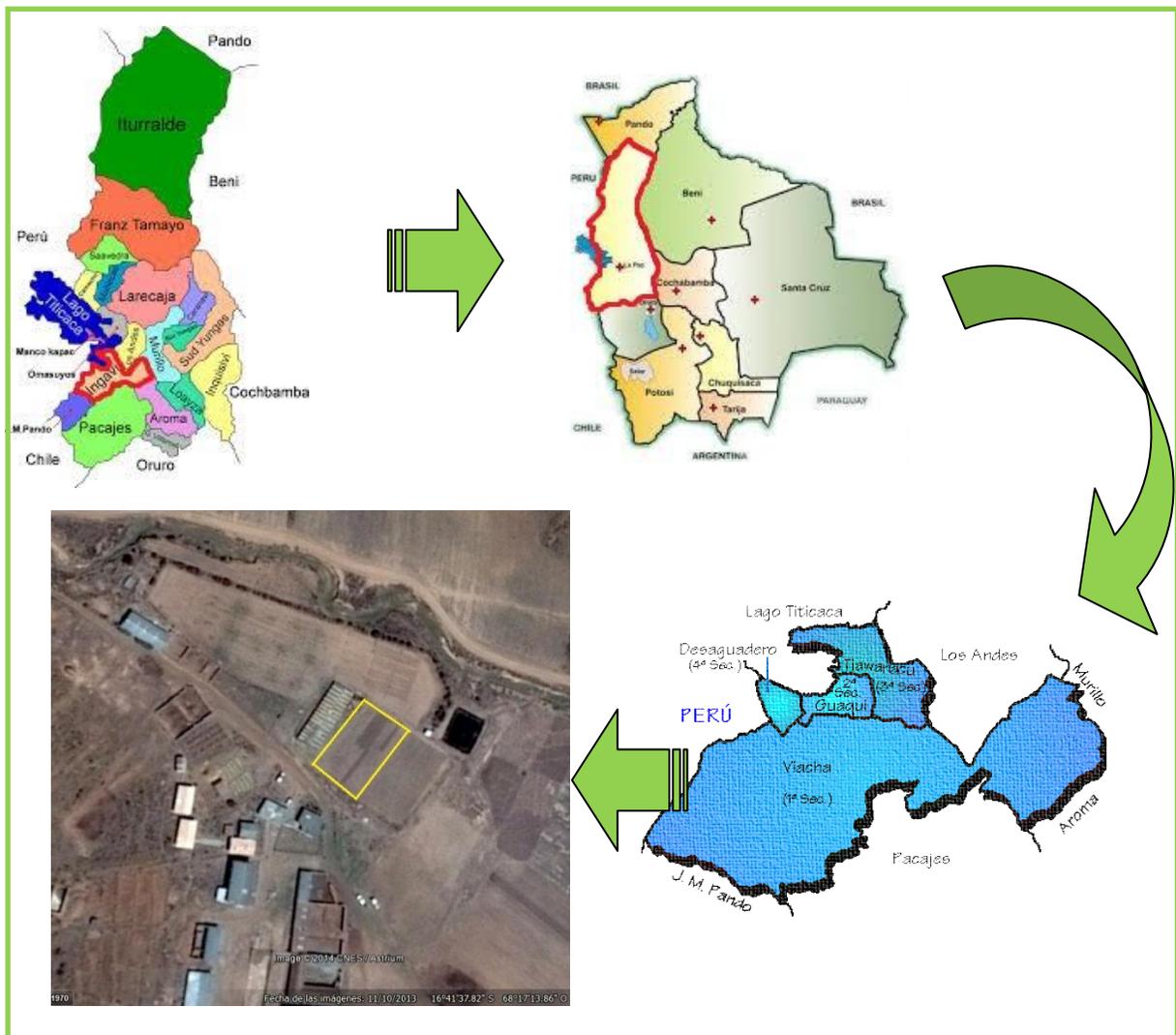


Figura 4. Ubicación geográfica del área de investigación en la E. E. Choquenaira

4.2. Características de la zona

4.2.1. Clima

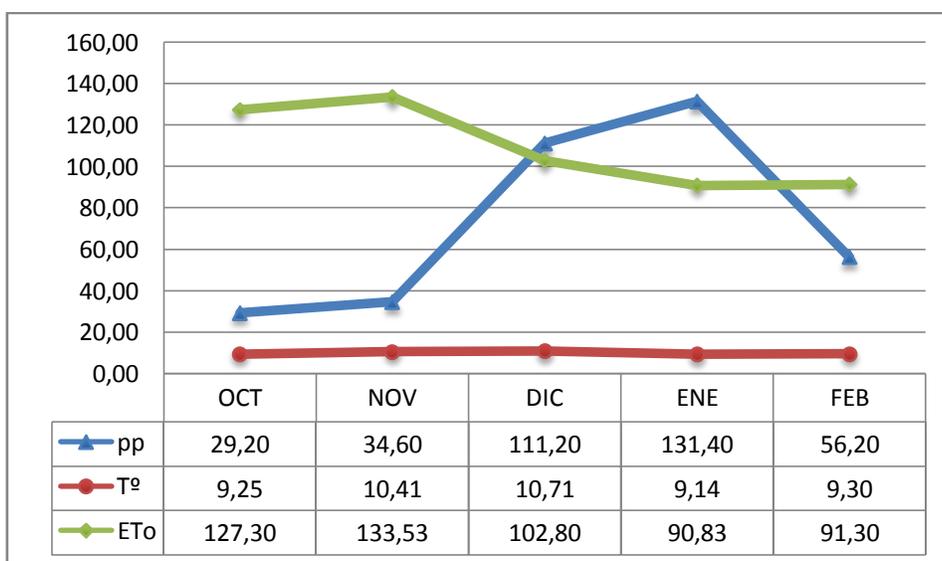
Las variables climáticas entre los periodos 2005 a 2011, fueron: temperatura promedio anual es 7,7 °C; precipitaciones estacionales e irregulares en intensidad y periodicidad, en los últimos años las precipitaciones se concentraron en los meses de diciembre a marzo, alcanzando el 72% de toda la precipitación. En el presente quinquenio llegó a alcanzar un promedio de 349,10 mm.

La presencia de heladas es muy frecuente y la poca precipitación origina épocas de sequía prolongadas teniendo como consecuencia una sola producción al año.

4.2.1.1. Condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo

En el Gráfico 1, se detalla las precipitaciones, temperatura y Evapotranspiración mensuales registradas en la consola instalada en la Estación Experimental Choquenaira, durante todo el ciclo del cultivo, desde octubre de 2013 hasta febrero de 2014 donde se detalla en el Grafico 1.

Grafico 1. Condiciones climáticas registrada en la Estación Experimental Choquenaira



En el Grafico 1, se observa que las precipitaciones altas se presentaron en el mes de diciembre con 84.6% y enero con 100% (131, 40 mm) incrementándose en un porcentaje de 15.37 % con relación al mes de diciembre y para el mes de febrero las precipitaciones disminuyeron en un 42.8% con referente al mes de enero, sin embargo las precipitaciones bajas se presentó en el mes de octubre 22% y febrero 26% con referencia al mes de enero, detalladas también en Anexo 5.

La evapotranspiración que presento en el ciclo del cultivo, claramente se observa en el Grafico 1, que el mes de noviembre alcanzó al 100%, de ahí para el de diciembre, enero y febrero, la evapotranspiración disminuye debido a las precipitaciones que comenzaron y la nubosidad presente, haciendo que la radiación solar sea mínima.

4.2.2. Recurso hídrico

La fuente principal del agua de la Estación Experimental Choquenaira es de origen subterránea y de pequeños manantiales, las precipitaciones pluviales son las encargadas de la recarga de los acuíferos (Mamani y Céspedes, 2012).

4.2.2.1. Características del agua de riego

Los resultados del análisis químico obtenido del laboratorio de IIDEPROQ, dependiente de la Facultad de Ingeniería–UMSA, se encuentra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis químico del agua de riego

Parámetros químicos del agua	Resultados	Unidad
Conductividad eléctrica	353	μS
Cloruros	0.0089	mg/l
Sodio	1.652	ml/l
pH	7.61	
Sólidos suspendidos	7	mg/l
Sólidos disueltos	152	mg/l
Nitrógeno	2.2	mg/l
Potasio	8.235	mg/l
Contenido de sales	189	ppm

Fuente: Laboratorio de IIDEPROQ, 2014

De acuerdo a los límites máximo permisibles de calidad de agua mencionado por la FAO, citado por Fuentes (1998), en la que se observa que el agua de riego de la Estación Experimental Choquenaira se encuentra en calidad óptima. El pH del agua muestra un valor de 7.61, el cual está en los rangos aceptables de 6.5 – 8.4 (Mendoza, s.f.). Por su parte Fuente (1998), indica que valores de 7.0 a 8.0 pueden presentar problemas crecientes de obstrucción.

Fuentes (1998), menciona que los sólidos en suspensión en riego localizado deben ser menores a 50 mg/l para que no exista obstrucción, el resultado obtenido del laboratorio es menor a 50 mg/l, y está en el rango aceptable para la utilización del agua de riego.

4.2.3. Suelo

Los suelos de la región, son potenciales forrajeras que podrían ser trabajadas para poder mejorar la capacidad productiva, existen avances de investigaciones al respecto por profesionales de renombre (Mamani y Céspedes, 2012).

4.2.3.1. Características del suelo de la parcela experimental

a) Análisis físico del suelo

El análisis físico del suelo obtenido de las muestras de la parcela experimental se la realizó en el laboratorio de Edafología, Facultad de Agronomía – UMSA, se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis físico de suelo

Parámetros físicos del suelo	Resultados	Unidad
Textura	Franco arcilloso	
θ c.c.	23.44	%
θ p.m.p.	13.11	%
Densidad aparente	1.31	g/ cm ³
Densidad real	2.52	g/ cm ³
Porosidad	48	%

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el Cuadro 4, muestra los resultados de las características del suelo presente, la textura que presenta es un suelo franco arcilloso, y el cultivo de cañahua requiere un suelo de textura franco arcilloso como menciona Lescano (1997). Por otro lado la densidad aparente es de 1.31 g/cm^3 menor a 1.9 g/cm^3 , por lo tanto no es un suelo compacto y por ende las raíces necesitan poca energía para su desarrollo y poco oxígeno (Miranda, 2004). El suelo muestra una porosidad de 48 % y que este valor esta favorecido por el contenido de humedad que retienen en los microporos, lo que aumenta el volumen de la porosidad (Miranda, 2004).

b) Análisis químico del suelo

Los resultados del análisis químico del suelo obtenido en el laboratorio de IIDEPROQ dependiente de la Facultad de Bioquímica –UMSA, se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis químico del suelo

Parámetros químicos del suelo	Resultados	Unidad
pH	7.02	
C.E.	161	μS
Nitrógeno total	6.61	%
Fosforo asimilable	3.2	mg/l
Potasio	233.8	mg/l

Fuente: Laboratorio de IIDEPROQ, 2013

Los resultados del Cuadro 5, muestra un pH de suelo de 7.02, el cual indica que es un suelo neutro y los efectos tóxicos de los elementos son mínimos, que se encuentra entre los rangos 6.7 – 7.3 (AEFA, 2009).

4.2.4. Insumos orgánicos

4.2.4.1. Características del Biol-Bovino

Los resultados del análisis químico del Biol-Bovino obtenido del laboratorio de IIDEPROQ, dependiente de la Facultad de Ingeniería-UMSA, se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis químico del Biol-Bovino

Parámetros analizados	Resultados	Unidad
pH	7.13	
Nitrógeno Total	8.45	mg/l
Fosforo	3.5	mg/l
Potasio	661.25	mg/l
Sólidos totales	1.59	%
Sólidos volátiles	61.04	%

Fuente. Laboratorio de IIDEPROQ, 2013

El Biol obtenido de los Biodigestores tubulares, presenta un pH neutro según Méndez (2012).

4.2.5. Fisiografía y vegetación

El aspecto fisiográfico de la región, está dada aproximadamente en un 21 % por serranías y 79% de planicies que constituye la cuenca lechera y forrajera, que son aptos para la producción de cultivos agrícolas y las crianzas de animales mayores y menores. La vegetación corresponde a bosque húmedo montano sub tropical, donde la vegetación primaria dominante de las plantas xerofíticas y mesófiticas; las especies más representativas que componen la comunidad vegetal son de tipo herbáceos anuales y plurianuales y algunos de tipo arbustivas.

Las plantas que predominan en las praderas nativas son las gramíneas y otras especies de importancia forrajera que desarrollan de manera irregular en altura y poco volumen de fito masa; en estos campos existen el sobrepastoreo del ganado bovino, ovinos y camélidos.

4.2.6. Ganadería

En la Estación Experimental se tiene la presencia de ganado bovino, ovino y camélido. El manejo del ganado bovino, tiene mucha importancia en el proceso de reproducción, que ha logrado alcanzar y posicionar la importancia en el sector dentro de lo que es el manejo y mejoramiento genético del hato lechero. Las vacas de producción son ordeñadas de forma mecanizada, el ordeño se lo realiza dos veces al día; por la mañana de 6:30 – 7:30 y por las tardes de 16:00 – 17:00, durante el proceso de ordeño las vacas reciben alimento concentrado, de esta manera alcanzan 10.5 kg leche/día/vaca como promedio de producción anual del hato.

En la estación se trabaja con el proyecto de mejora genética, con la selección de llamas para la producción de carne, basada en la nutrición, alimentación, manejo y reproducción. La técnica de la monta dirigida, es realizada y controlada mediante uso de registros elaborados en la Estación, ya que es una tarea laboriosa y dura aproximadamente entre 5 a 30 minutos por cruzamiento.

En la Estación, la reproducción de ovejas es de doble propósito como la raza Corriedale, se realiza por monta natural en la época de San Juan. Los reproductores obtenidos son distribuidos en calidad de venta a los productores de las áreas de influencia y otras regiones donde crían este ganado con la finalidad de efectuar el mejoramiento genético de los ovinos y actualmente está en proceso de desarrollo de la inseminación artificial con pajuelas a nivel experimental.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales y equipos

5.1.1. Material biológico

Para este trabajo de investigación se utilizó tres cultivares de cañahua (Condornaira, Ecotipo Naranja y Lasta naranja), proporcionadas por el Programa Granos Andinos - Germoplasma Andino de la Estación Experimental Choquenairadependiente de la Facultad de Agronomía - UMSA.

5.1.2. Materiales de campo

Los materiales empleados en la investigación son los siguientes:

- Pala
- Picota
- Chontilla
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Regla metálica
- Planillas de registro
- Cuaderno de campo
- Para el roturado del suelo se hizo con la ayuda del tractor agrícola de la Estación con sus implementos.
- Bolsas plásticas
- Cilindros infiltrómetros
- Vernier digital
- Balanza analítica
- Zarandas
- Lona
- Marcadores

5.1.3. Materiales de Instalación del riego por goteo

Los materiales utilizados para la instalación del método de riego son:

- Tubería PVC de 2 pulgadas
- Teflón
- Llaves de paso
- Codos de 2 pulgadas
- Te de 2 pulgadas
- Niples de 2 pulgadas
- Niples de 1 pulgada
- Reductor de 2 pulg a 1 pulg

Y las herramientas utilizadas son:

- Tarraja
- Llave cresen
- Llaveestilzon
- Alicate
- Desarmador

5.1.4. Equipos de instalación del riego por goteo

Los equipos utilizados en la instalación del riego tecnificado son:

- Ventosa
- Filtro de anillas
- Inyector Venturi
- Bomba eléctrica de 2 Hp

5.1.5. Materiales de laboratorio

Los materiales que se utilizó en el laboratorio para el análisis físico de suelo son:

- Probeta de 1000 ml
- Probeta de 50 ml
- Vaso de precipitado de 50 ml
- Pipeta de 5 ml
- Pipeta de 2 ml
- Pro pipeta
- Picnómetro de 10 ml
- Picnómetro de 100 ml
- Pizeta con agua destilada
- Crisoles
- Agitador de madera
- Agitadores
- Barrilla
- Balanza analítica
- Termómetro
- Hidrómetro de bouyucos
- Tamiz
- Mufla
- Cucharilla
- Hornilla eléctrica
- Muestras de suelo
- Embudo
- pH metro
- Conductivimetro
- Cajas Petri
- Desecado

Entre los reactivos utilizados son:

- Hexametafosfato de sodio
- Ácido clorhídrico al 1%
- Agua destilada

5.1.6. Materiales de gabinete

Los materiales utilizados son la computadora, impresora y todo lo referente al material de escritorio.

5.1.7. Insumo orgánico

El insumo orgánico que se utilizó es Biol - Bovino obtenidas de los Biodigestores instalados en la Estación Experimental Choquenaira.

5.2. Métodos

5.2.1. Instalación del método de riego por goteo

5.2.1.1. Instalación del cabezal de riego

Para la instalación del sistema de riego (Figura 5), primeramente se instaló el cabezal de riego, utilizando tuberías PVC de 2 pulgadas las cuales se conectaron con los accesorios respectivos que son la ventosa, el filtro de anillas, inyector Venturi para el fertirriego y la bomba de 2 HP que su funcionamiento es a energía de 220 voltios.



Figura 5. Cabezal de riego

5.2.1.2. Instalación de los laterales

Posteriormente se procedió al instalado del lateral principal que se conecta desde el cabezal de bombeo a la parcela de cultivo y estas se distribuyeron a las unidades de

riego. Para la instalación de los laterales secundarios, la tubería que se utilizó es de 1 pulgada de diámetro material de polietileno y estas se conectan a los porta emisores, estos laterales han sido colocados en la zanja para la tubería y cubiertos por una capa de suelo (Figura 6).



Figura 6. Instalación de los laterales

5.2.1.3. Conexión de los porta emisores a los laterales

Una vez instalados los laterales secundarios, se procedió al cortado de los porta emisores, las cuales se conectaron a los laterales secundarios (Figura 7). Finalizado la instalación del sistema de riego se realizó la limpieza de las tuberías y portaemisores para que estas no taponen los emisores.



Figura 7. Conexión de los porta emisores a los laterales

5.2.2. Toma de muestras

a) Toma de muestras del suelo

Para la toma de muestras de suelo, se realizó el levantamiento de muestras de suelo de acuerdo al método del zigzag obteniendo una muestra compuesta a una profundidad de 20 centímetros, realizando su respectivo cuarteo y así se obtuvo una muestra simple de 1 kg, para su análisis físico (textura, densidad aparente, densidad real) y químico (pH, conductividad eléctrica, N, P, K).

b) Toma de muestras de agua

Para la obtención de muestras de agua se procedió al sacado del agua de riego del pozo a una profundidad de 50 centímetros, obteniendo una muestra de 1 litro en un envase plástico. Dicha muestra fueron remitidas al laboratorio de IIDEPROQ.

c) Toma de muestras del Biol

Para la obtención de muestras de Biol se procedió al sacado del líquido del tanque de almacenamiento del Biol a una profundidad de 50 centímetros, obteniendo una muestra de 1 litro.

5.2.3. Análisis de laboratorio

Las muestras de suelo (análisis físico) se analizó en el laboratorio de edafología, dependiente de la Facultad de Agronomía UMSA.

Se realizó los siguientes análisis que se muestra a continuación:

a) Textura

Para la determinación de la textura se siguió el método del hidrómetro de bouyucos, utilizando 50 g de suelo seco en un vaso metálico, colocando agua 2/3 y 5 g de hexametáfosfato de sodio, se llevó al agitador eléctrico durante 8 minutos a 250 rpm, se traspasó la muestra a una probeta de 1000 cm³ se llegó a aforar con agua destilada, una vez ya incorporado el suelo, se agito con agitador de madera, al

momento de sacar el agitador de madera de inmediato se controló; la hora, minuto y segundo, después se colocó el hidrómetro de bouyucos y termómetro una vez estabilizado el hidrómetro se realizó la primera lectura a los 40 segundos determinando de la densidad en g/l y la temperatura °C, para la segunda lectura se volvió a realizar la lectura de la densidad y la temperatura al tiempo de 2 horas posterior se realizó los cálculos correspondientes para la determinación de la textura.

b) Densidad Aparente

Se determinó por el método de la probeta. El análisis se realizó con 50 g de suelo seco a la mufla a 105 °C por 48 horas, la muestra de suelo se incorporó a la probeta dando tres palmadas en la base de la probeta para la eliminación de la porosidad posterior se colocó al mesón y se realizó la lectura del volumen ocupado, este procedimiento se realizó con tres repeticiones para luego realizar los cálculos correspondientes para la determinación de la densidad aparente.

De acuerdo a Miranda (2004), la ecuación a ser empleado para determinar la densidad aparente, se utilizó la relación siguiente:

$$Dp = \frac{MSS}{Vt} \quad (1)$$

Dónde:

Dp = Densidad aparente (g/cm^3).

MSS = Masa de suelo seco (g).

Vt = Volumen total ocupado por el suelo (cm^3).

c) Densidad Real

Se determinó por el método del picnómetro. Con una muestra de 10 g de suelo seco colocando a un crisol más agua destilada 2/3 del crisol se llevó a la hornilla hasta punto de ebullición moviendo constantemente con la barrilla, después se incorporó toda la muestra al picnómetro de 50 cm^3 con la ayuda de un embudo llegando a aforar con agua destilada, se llega a agitar y se dejó reposar por 10 minutos, pasados los 10

minutos se llega a pesar (picnómetro + suelo + agua), de la misma manera se llega a pesar la muestra blanco (picnómetro + agua), este procedimiento se realizó con tres repeticiones para luego realizar los cálculos correspondientes para la determinación de la densidad real.

De acuerdo a Miranda (2004), la ecuación a ser empleado para determinar la densidad real, se utilizó la relación siguiente:

$$D_r = \frac{PM}{(PP+PM)+(PM)-(PP+PS+PA)} * D_w \quad (2)$$

Dónde:

D_r = Densidad real (g/cm^3).

PM = Peso de la muestra (g).

PS = Peso de suelo (g).

D_w = Densidad de agua (g).

PP = Peso del picnómetro.

PA = Peso de agua.

5.2.4. Prueba de infiltración

Para la determinación de lámina de agua a aplicar se procedió a realizar la prueba de infiltración para determinar la velocidad básica de infiltración.

La prueba se realizó por el método del infiltrómetro de doble cilindro que consiste en el juego de dos cilindros metálicos de 30 y 50 cm de diámetro respectivamente y 33 cm de largo para ambos. Estos cilindros fueron enterrados a 15 cm en el suelo, con ayuda de un nivel, un combo y una viga, cuidando de que queden nivelados. El espacio que queda en el centro del cilindro se colocó un nylon cubriendo todo el cilindro posterior se llenó con agua y los espacios entre los dos cilindros se llenó con agua. Una vez llenado con agua se sacó el nylon y se registró todos los datos de acuerdo a la planilla, el tiempo transcurrido en función al volumen de agua que

penetro en el suelo. A partir de los datos de campo se calcularon los diversos datos de infiltración en el programa Excel.

5.2.5. Siembra y manejo del cultivo

5.2.5.1. Preparado del terreno para la siembra

Primeramente se realizó el arado y mullido del suelo con la ayuda de un tractor agrícola y su respectivo nivelado en un área de 1400 m², de las cuales solo 700 m² fue utilizado para el cultivo de cañahua.

5.2.5.2. Prueba de germinación

Previamente para realizar la siembra se efectuó la prueba de germinación durante una semana, hasta que se formó los cotiledones, utilizando tres cultivares de cañahua las cuales son: Lasta naranja, Ecotipo naranja y Condornaira, de las cuales se observó que el 80 % eran viables.

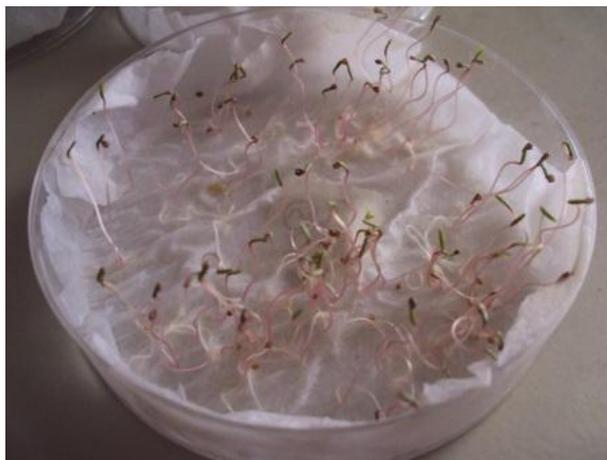


Figura 8. Prueba de germinación de cañahua

5.2.5.3. Siembra del cultivo

La siembra se efectuó el 10 de octubre de 2013 y se realizó manualmente en surcos a chorro continuo a una distancia de 0.5 m entre surcos, para lo cual se efectuó un riego hasta llegar a capacidad de campo, posteriormente se efectuó la siembra respectiva, utilizando tres cultivares de cañahua (lasta Naranja, Ecotipo Naranja y Condornaira),

luego de la siembra se tapó los granos con una capa mínima de suelo con la ayuda de una paja que había en el lugar.



Figura 9. Siembra de la cañahua

5.2.5.4. Labores culturales

a) Deshierbe del cultivo

Esta actividad se realizó manualmente, con la ayuda de una chontilla, y durante el ciclo del cultivo se realizaron cuatro deshierbes debido a la alta presencia de malezas, el primero cuando la cañahua tenía aproximadamente 3 cm luego de la emergencia, el segundo cuando las plantas tenían de 10 cm de altura, la tercera cuando el cultivo tenía 30 cm de altura, y la cuarta cuando estaba en la fase de floración. Las malezas que proliferaban en la parcela experimental son:

Diente de León (*Taraxacum officinalis*)

kanapaco (*Sonchus oleraceus*)

Reloj Reloj (*Erodium cicutarium*)

Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst)

Trébol carretilla (*Medicago polymorpha* L.)

Ajara (*Chenopodium* spp.)

Bolsa de pastor (*Capsella bursa – pastoris*)

Cebadilla (*Bromus catharticus* Valh.)

Januk`ara (*Lepidium bippinatifidum*)

b) Raleo de la cañahua

El raleo de las plantas de cañahua se procedió dejando un espacio aproximadamente de 10 cm entre plantas, para evitar la competencia por agua, nutrientes y luz, esta actividad se la realizo a los 55 días después de la siembra.

c) Aporque del cultivo

Conjuntamente con el segundo deshierbe, se efectuó con un aporque mínimo de la cañahua utilizando una chontilla, esto con fines del tapado del cuello descubierto después del raleo y para su soporte mismo.

d) Control de plagas

En el ciclo del cultivo se observó dos plagas en la fase de maduración: la presencia de pulgones que no tuvo ninguna incidencia por lo que no se realizó ningún control y la presencia de aves (paloma, pájaros), por lo que se realizó el colocado de cintas de agua en la parcela de estudio, a una altura de 60 cm aproximadamente.

e) Control de enfermedades

Durante el ciclo del cultivo no se observaron ningún tipo de enfermedad, por lo que no se efectuó ningún control.

5.2.5.5. Cosecha de la Cañahua

La cosecha se realizó cuando alcanzo a la madurez fisiológica que se puede evidenciar cuando las plantas cambian de coloración y cuando los granos de la planta presentaron una consistencia dura al presionar con los dedos y se la efectuó con la ayuda de la hoz y un mantel para evitar la pérdida mínima de grano, y estas se las separo por cultivares.



Figura 10. Cosecha de tres cultivares de cañahua

5.2.5.6. Pos cosecha de la cañahua

La pos cosecha se realizó después de dos semanas de secado y se procedió al trillado de la cañahua de forma manual golpeando y pisoteando sobre de una lona. Posteriormente se efectuó el cernido y venteo del grano con la ayuda de un cernidor a una altura de 1 m dependiendo la velocidad del viento.



Figura 11. Venteo de la cañahua

5.2.6. Carga de los Biodigestores

Para poder obtener el Biol-Bovino, se procedió al cargado de los Biodigestores de forma tubular con estiércol de vaca y agua, las cargas se realizaban todos los días y la relación es 1:3 (17 l de estiércol y 50 l de agua).

5.2.7. Obtención e incorporación de Biol – Bovino en el cultivo

La obtención del Biol se la efectuó de los Biodigestores tubulares instalados en la Estación Experimental Choquenaira.

Para la incorporación del Biol – bovino se procedió directamente al sistema de riego mediante el inyector Venturi, la aplicación del fertirriego se efectuó en tres fases fenológicas del cultivo: La primera se efectuó solo en la fase de Ramificación incorporando 40 l de Biol – bovino, la aplicación se efectuó tres veces durante esta fase fenológica del cultivo por cada bloque y a los demás fases fenológicas no se le aplicó Biol (Inflorescencia y Floración). La segunda se aplicó solo en la fase de inflorescencia con 40 l de Biol – bovino durante tres veces por cada bloque, pero en este tratamiento no se aplicó Biol en las dos restantes fases fenológicas estudiadas (Ramificación y Floración). Y la tercera solo se aplicó solo en la fase de floración con 40 l de Biol – bovino también durante tres veces en la fase mencionada, pero en este tratamiento no se aplicó Biol en las dos fases fenológicas anteriores (Ramificación e Inflorescencia).



Figura 12. Incorporación de Biol al riego por inyector Venturi

5.2.8. Drenaje de la Parcela

Debido a las precipitaciones altas por el mes de enero se realizó drenajes superficiales al contorno de la parcela por la acumulación y exceso de agua en la superficie. Esta actividad se la efectuó por el exceso de lluvias, además el agua ascendía por capilaridad, porque en dicho sector cada año el agua sube a la superficie. Los drenajes se la realizo con picota y pala, escavando a una profundidad de 30 a 50 centímetros y un ancho de 30 centímetros.

5.2.9. Riego del cultivo

Antes de realizar el sembrado de la cañahua, se efectuó un riego hasta llegar a capacidad de campo (Figura 13) , y posteriormente se empezó con la programación del riego (Cuadro 7) mediante el Programa Cropwat 8.0 de la FAO, utilizandodatos de Anexo 1, y para la kcde la cañahua se utilizó la kc de la quinua (García *et al.*)(Anexo 2), y los resultados que se obtuvieron por Cropwat 8.0 aparte de programación de riego son; requerimiento de agua del cultivo, Aprovechamiento del sistema (Anexo 3, 4).



Figura 13. Riego a capacidad de campo

Cuadro 7. Programación de riego del cultivo de Cañahua

Fecha	Día	Etap	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	Mm	mm	mm	mm	l/s/ha
10-oct	1	Ini	0.0	1.00	100	34	6.2	0.0	0.0	6.8	0.79
15-oct	6	Ini	0.0	1.00	100	41	8.0	0.0	0.0	8.9	0.21
19-oct	10	Ini	0.0	1.00	100	38	7.8	0.0	0.0	8.7	0.25
22-oct	13	Ini	0.0	1.00	100	37	8.0	0.0	0.0	8.9	0.34
25-oct	16	Ini	0.0	1.00	100	36	8.1	0.0	0.0	9.0	0.35
29-oct	20	Ini	0.0	1.00	100	34	8.1	0.0	0.0	9.0	0.26
01-nov	23	Ini	0.0	1.00	100	34	8.3	0.0	0.0	9.2	0.35
05-nov	27	Ini	0.0	1.00	100	34	8.7	0.0	0.0	9.6	0.28
09-nov	31	Des	0.0	1.00	100	32	8.7	0.0	0.0	9.6	0.28
12-nov	34	Des	0.0	1.00	100	36	10.0	0.0	0.0	11.1	0.43
15-nov	37	Des	0.0	1.00	100	37	10.6	0.0	0.0	11.8	0.45

19-nov	41	Des	0.0	1.00	100	36	10.6	0.0	0.0	11.8	0.34
22-nov	44	Des	0.0	1.00	100	37	11.2	0.0	0.0	12.4	0.48
25-nov	47	Des	0.0	1.00	100	37	11.5	0.0	0.0	12.7	0.49
29-nov	51	Des	0.0	1.00	100	35	11.5	0.0	0.0	12.7	0.37
02-dic	54	Des	0.0	1.00	100	35	11.7	0.0	0.0	13.0	0.50
05-dic	57	Des	0.0	1.00	100	35	11.8	0.0	0.0	13.1	0.51
09-dic	61	Des	0.0	1.00	100	34	11.8	0.0	0.0	13.1	0.38
12-dic	64	Des	0.0	1.00	100	32	11.6	0.0	0.0	12.9	0.50
15-dic	67	Med	0.0	1.00	100	32	11.6	0.0	0.0	12.9	0.50
19-dic	71	Med	0.0	1.00	100	32	11.6	0.0	0.0	12.9	0.37
22-dic	74	Med	0.0	1.00	100	31	11.1	0.0	0.0	12.3	0.48
25-dic	77	Med	0.0	1.00	100	30	10.8	0.0	0.0	12.0	0.46
29-dic	81	Med	0.0	1.00	100	30	10.8	0.0	0.0	12.0	0.35
02-ene	85	Med	0.0	1.00	100	38	13.8	0.0	0.0	15.4	0.44
06-ene	89	Med	0.0	1.00	100	37	13.2	0.0	0.0	14.7	0.42
10-ene	93	Med	0.0	1.00	100	37	13.2	0.0	0.0	14.7	0.42
16-ene	99	Med	0.0	1.00	100	34	12.1	0.0	0.0	13.4	0.26
20-ene	103	Med	0.0	1.00	100	34	12.1	0.0	0.0	13.4	0.39
26-ene	109	Med	0.0	1.00	100	35	12.5	0.0	0.0	13.9	0.27
30-ene	113	Med	0.0	1.00	100	35	12.5	0.0	0.0	13.9	0.40
06-feb	120	Fin	0.0	1.00	100	31	11.1	0.0	0.0	12.3	0.20

10-feb	124	Fin	0.0	1.00	100	31	11.1	0.0	0.0	12.3	0.36
13-feb	Fin	Fin	0.0	1.00	0	0					

Fuente: Elaboración propia (Prog. Cropwat 8.0), 2014

5.2.10. Análisis estadístico

Para las variables Cuantitativas se realizó un análisis estadístico en Diseños de Bloques al Azar con arreglo en Parcelas Divididas, utilizando el programa de S.A.S. 8.e.

5.2.11. Modelo lineal aditivo

El estudio fue analizado con el diseño Bloques al Azar con arreglo en Parcela Divididas (Ochoa, 2008), con tres repeticiones, dos factores y tres niveles, haciendo un total de 15 tratamientos distribuidas aleatoriamente, este diseño responde al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \lambda_j + \alpha\lambda_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3)$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una Observación

μ = Media Poblacional

β_k = Efecto del k – esimo bloque

α_i = Efecto del i – esimo nivel del factor A (Fases fenológicas)

ε_{ik} = Error experimental de la parcela mayor (Ea)

λ_j = Efecto del j – esimo nivel del factor B (Cultivares)

$\alpha\lambda_{ij}$ = Efecto del i – esimo nivel del factor A, con el j – esimo nivel del factor B (interacción A x B)

ε_{ijk} = Error experimental de la parcela menor (Eb)

5.2.12. Factores de estudio

El presente trabajo de investigación se basa en dos factores y tres niveles las cuales se muestran en Cuadro 8, y las interacciones de los factores de estudio se detallan en el Cuadro 9 que se muestran a continuación.

Cuadro 8. Factores y niveles de estudio

FACTORES	NIVELES	
A (Fertirriego en Fases Fenológicas)	a 1	Fase de Ramificación
	a 2	Fase de Inflorescencia
	a 3	Fase de Floración
B (Cultivares)	b 1	Lasta Naranja
	b 2	Ecotipo Naranja
	b 3	Condornaira

Cuadro 9. Interacciones de factores de estudio

FERTIRRIEGO EN FASES FENOLÓGICAS	CULTIVARES	INTERACCIÓN		TRATAMIENTO
a 1	b 1	a1 b1	Ramificación, Lasta naranja	T 1
	b 2	a1 b2	Ramificación, Condornayra	T 2
	b 3	a1 b3	Ramificación, Ecotipo naranja	T 3
a 2	b 1	a2 b1	Inflorescencia, Lasta naranja	T 4
	b 2	a2 b2	Inflorescencia, Condornayra	T 5
	b 3	a2 b3	Inflorescencia, Ecotipo naranja	T 6
a 3	b 1	a3 b1	Floración, Lasta naranja	T 7
	b 2	a3 b2	Floración, Condornayra	T 8
	b 3	a3 b3	Floración, Ecotipo naranja	T 9
T 0	b 1	T0 b1	Solo Riego, Lasta Naranja	T0 - 1
	b 2	T0 b2	Solo Riego, Ecotipo Naranja	T0 - 2
	b 3	T0 b3	Solo Riego, Condornaira	T0 - 3
T 00	b 1	T00 b1	Testigo Lasta Naranja	T00 - 1
	b 2	T00 b2	Testigo Ecotipo Naranja	T00 - 2
	b 3	T00 b3	Testigo Condornaira	T00 - 3

** T00: Testigo a secano

5.2.13. Dimensiones de la parcela experimental

El área experimental donde se llevó a cabo la investigación se encuentra detallada en el cuadro 10.

Cuadro 10. Dimensiones de la parcela experimental

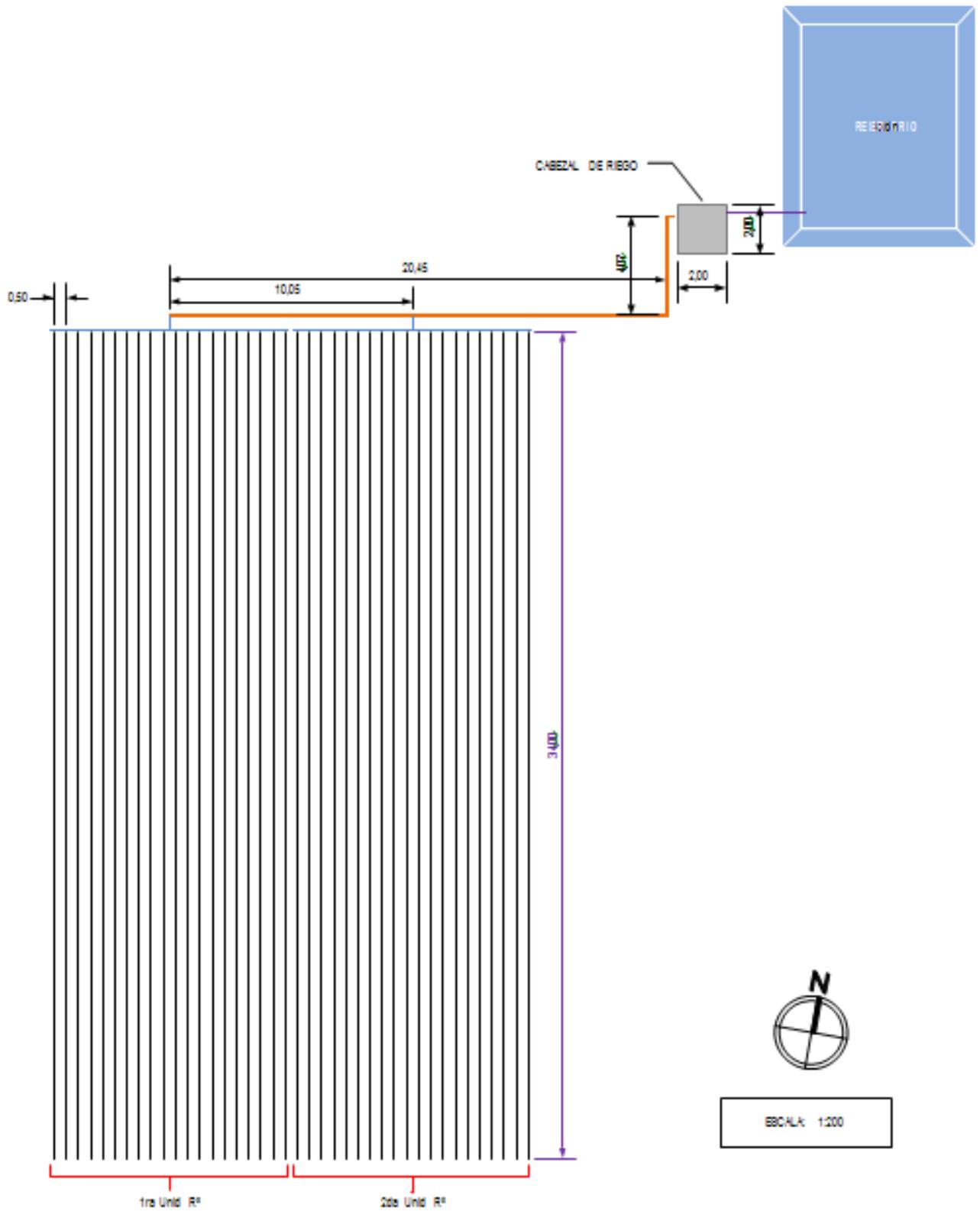
DETALLE DEL ÁREA EXPERIMENTAL	
Número de surcos por parcela	3
Número de sub-parcelas por parcela	3
Número de parcelas por bloques	4
Número de bloques por experimento	3
Largo del surco	34 m
Ancho del surco	20 m
Pasillo entre bloques	1 m
Área de la sub parcela	51 m ²
Área de la parcela	680 m ²
Área del bloque	187 m ²
Área de la unidad de riego	340 m
Número de unidades de riego	2
Porta emisores por unidad de riego	20
Ancho por unidad de riego	10 m
Largo de la unidad de riego	34 m

5.2.14. Croquis experimental

a) Croquis del método de riego por goteo

En la figura 14 se muestra el croquis del área de riego por goteo desde la toma de agua hasta las unidades de riego.

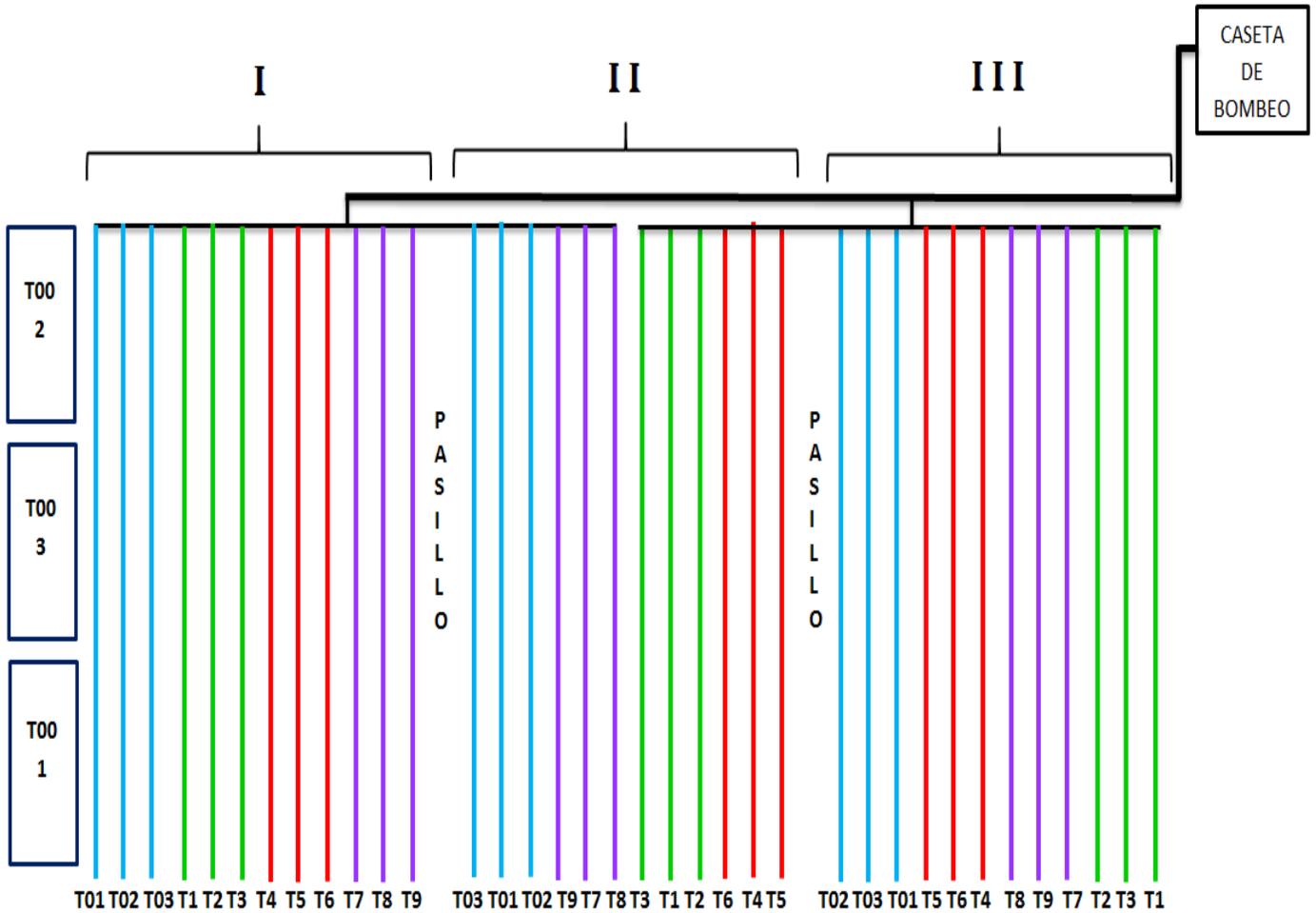
Figura 14. Croquis del método de riego por goteo



b) Croquis de la distribución de tratamientos

En la Figura 15 se observa el detalle de la distribución de tratamientos en el método de riego por goteo.

Figura 15. Croquis de distribución de tratamientos



Dónde:

- A Secano
- Solo riego
- Fertirrigación en fase de ramificación
- Fertirrigación en fase de Inflorescencia
- Fertirrigación en fase de floración

5.2.15. Variables de estudio

5.2.15.1. Altura de planta (cm)

La toma de datos para la altura de planta se la realizo en las tres fases fenológicas (Ramificación, Inflorescencia y Floración) donde se aplicó el Biol – bovino, la medición se efectuó con la ayuda de un fluxómetro en centímetros desde del cuello de la planta hasta la yema terminal.

5.2.15.2. Cobertura vegetal (cm²)

Para la toma de datos de la cobertura vegetal se realizó en la tres fases fenológicas (Ramificación, Inflorescencia y Floración) donde, se midió el diámetro longitudinal y transversal de la planta de cañahua con la ayuda de un fluxómetro en centímetros.

5.2.15.3. Número de ramas

Para el número de ramas se realizó el conteo de ramas principales en tres fases fenológicas (Ramificación, Inflorescencia y Floración), contando desde la base de la planta hasta la última rama.

5.2.15.4. Diámetro del tallo (mm)

El diámetro de tallo se avaluó en la fase de madurez fisiológica del cultivo de las plantas marbeteadas, se midió en la parte media del tercio inferior del tallo principal de la planta, utilizando un calibrador de precisión (vernier digital).

5.2.15.5. Días a la inflorescencia

La fase de inflorescencia se evaluó registrando el número de días transcurridos desde la emergencia de la planta hasta que el 50% de las plantas de cada unidad presenten inflorescencia.

5.2.15.6. Días a la floración

La fase a días de Floración se evaluó registrando los días transcurridos desde la emergencia de la planta hasta que el 50 % de las plantas de cada unidad alcancen la floración plena en las ramas principales.

5.2.16.7 Días a la Maduración fisiológica

La madurez fisiológica se evaluó registrando los días transcurridos desde la emergencia de la planta hasta que llegue a su madurez de la planta.

5.2.15.7. Rendimiento del grano (kg/ha)

Una vez realizada la trilla, tamizado y venteado de la cañahua se efectuó al pesaje respectivo del grano. Para la obtención de datos se realizó en tres metros lineales de cada tratamiento con tres repeticiones y los valores obtenidos se expresan en kilogramos por hectárea.

5.2.15.8. Índice de cosecha (%)

Para el cálculo del índice de cosecha se realizó a fin de conocer la eficiencia de la planta y se obtuvo mediante la relación del peso del grano limpio entre el peso total de la parte aérea de la planta, y para su cálculo se hizo uso de la siguiente formula (Mamani, 1994):

$$\%IC = \frac{PG}{PT} * 100 \quad (4)$$

%IC = Índice de cosecha

PG= Peso de grano

PT= Peso total de la planta (grano y broza)

5.2.15.9. Diámetro del grano (mm)

Para el diámetro del grano se utilizó el vernier digital, midiendo horizontalmente en 10 granos y las unidades tomadas es en milímetros.

5.2.15.10. Espesor del grano (mm)

Para medir el espesor del grano se utilizó el vernier digital midiendo transversalmente en 10 granos.

5.2.15.11. Peso de 1000 granos (g)

Después de obtener el grano limpio se procedió al conteo manual de 1000 granos con tres repeticiones, para luego llevar a una balanza para su pesaje.

5.2.15.12. Peso hectolítrico del grano (g/cm³)

El peso hectolitro es el peso de la semilla en un volumen conocido, para esto se utilizó una probeta de 10 ml a la que se le colocó las semillas de cañahua, posteriormente se pesó en una balanza electrónica con capacidad de 4000 g obteniéndose de esta manera el peso hectolítrico en gramos sobre mililitro (Mamani, 1994).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del fertirriego con la incorporación de Biol-Bovino en el cultivo de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). En el trabajo de investigación se analizaron las siguientes variables de estudio: altura de planta, Cobertura vegetal, número de ramas, diámetro de tallo, días a la inflorescencia, días a la floración, días a la madurez fisiológica, rendimiento, índice de cosecha, diámetro del grano, espesor del grano, peso de 1000 granos y peso hectolítrico del grano.

6.1. Análisis de comparación para altura de planta (cm)

El análisis de varianza para altura de planta (Cuadro 11), muestra que el factor fases fenológicas y cultivares son estadísticamente significativas con probabilidad estadística del 5 %, sucede lo contrario para interacción fertirriego-cultivares que no son significativo estadísticamente. En el Grafico 2 se muestra los promedios de la altura de planta en centímetros y los resultados se muestra en (Anexo 6.1).

Cuadro 11. Análisis de varianza para altura de planta de la cañahua (cm)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	8,33	4,17	0,54	0,6026	
Fases Fenológicas	4	304,90	76,23	9,87	0,0035	*
Bloques*Fases fenol.	8	61,76	7,72	2,20	0,0732	NS
Cultivares	2	60,55	30,28	8,63	0,0020	*
Fases*Cultivares	8	15,90	1,99	0,57	0,7929	NS

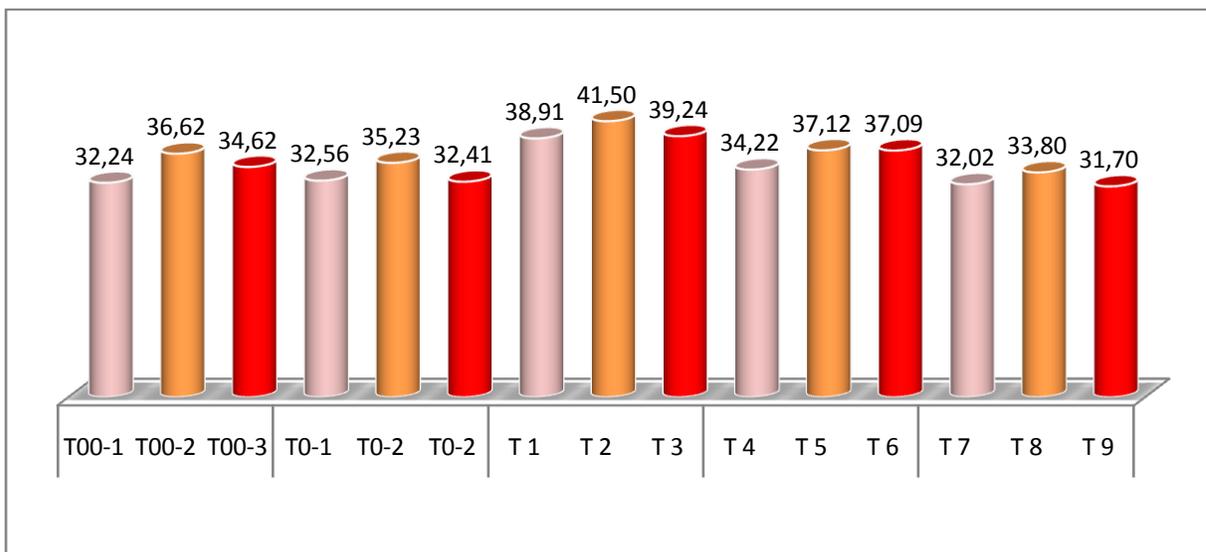
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV: 5.31%

El coeficiente de variabilidad es de 5.31 %, con respecto a la media que es de 35.28 cm, lo que muestra que la variabilidad es mínima y se asume que la altura de la planta las variaciones son poca.

Grafico 2. Altura de planta por efecto del fertirriego y a secano



6.1.1. Fases Fenológicas

De acuerdo al cálculo en promedio (Anexo 6.1) para la altura total de la planta, se observa que en la fase de ramificación los tres cultivares muestran una mayor altura a comparación de los demás fases fenológicas. Estadísticamente en el ANVA (Cuadro 11) muestra diferencia significativa entre fases fenológicas. Esta diferencia puede atribuirse a la aplicación del Biol en las distintas fases fenológicas, ya que si se aplica en la fase de ramificación, entonces el cultivo presenta mayor altura a diferencia que en las distintas fases fenológicas y el testigo.

En la prueba Duncan (Cuadro 12), se observa que en el factor Fases fenológicas con aplicación de fertirriego, existen tres grupos diferenciales en la que la fase de ramificación es la que sobresale con 39.89 cm de media, seguido de la fase de inflorescencia con 36,15 cm de media y la última que obtuvo menor altura es cuando se aplica el Biol en la fase de Floración con una media de 32.51 cm. Entonces se ve que cuando la aplicación del Biol es en la fase de Ramificación, la planta tiende a tener mayor altura, debido a la asimilación de nutrientes que presenta el abono líquido.

Cuadro 12. Comparaciones de medias por Duncan para altura de planta en fases fenológicas del cultivo.

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS	
F. Ramificación	39,887	A	
F. Inflorescencia	36,146	B	
A secoano	34,449	B	C
Testigo riego	33,402	B	C
F. Floración	32,507	C	

6.1.2. Cultivares de cañahua

Aritméticamente el cultivar que presenta mayor altura en la fase de Ramificación es el ecotipo naranja con un promedio de 41.5 cm, como se muestra en el (Grafico 2). Además se observa que los cultivares sin fertirriego (Anexo 6.1), los datos son matemáticamente semejantes al de la fase de floración que se aplicó Biol que presentan alturas bajas.

En la prueba de Duncan (Cuadro 13), se muestra que existen dos grupos diferenciales, el cultivar que responde mejor a la aplicación del Biol mediante el riego por goteo es el cultivar Ecotipo naranja con una media de 36.81 cm, seguido del cultivar Condornaira y Lasta naranja (35.01 y 34.01) cm de media. Esta diferencia puede ser a la variabilidad genética que presenta cada cultivar.

Cuadro 13. Comparaciones de medias por Duncan para altura de planta en los tres cultivares.

CULTIVARES	MEDIA	GRUPOS
Ecotipo naranja	36,812	A
Condornaira	35,0147	B
Lasta naranja	34,0073	B

Trabajos anteriores reportan rangos que fluctúa entre 44.02 cm reportado por Quispe (1994), mientras que Mamani (1994) reporta que el cultivar lasta alcanza de 20 a 21.8 cm, al respecto Quispe (2007) reporta una altura de 41.03 cm. Por su parte Flores (2006), reporta una altura de 23.75 cm. Estas diferencias probablemente se deben a condiciones fenotípicas o genotípicas de cada cultivares o accesiones, ya que estos cultivares o accesiones se encuentran en distintas zonas y factores climáticos.

6.2. Análisis de comparación para cobertura vegetal (cm²)

La cobertura vegetal es la formación de ramas laterales que expresa su arquitectura morfológica de la planta, lo que permite captar mayor cantidad de luz para realizar el procesos de la fotosíntesis (Mamani, 2003). El análisis de varianza para cobertura vegetal (Cuadro 14), muestra que el factor fases fenológicas e interacción entre fases y cultivares son estadísticamente significativas con probabilidad estadística del 5 %,sucede lo contrario para el factor cultivares que no es significativo estadísticamente. En el Grafico 3, se muestra los promedios de la cobertura vegetal en centímetros cuadrados y los resultados se muestra en (Anexo 6.2).

Cuadro 14. Análisis de varianza para cobertura vegetal de la cañahua (cm²)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	55,53	27,77	11,27	0,0047	
Fases Fenológicas	4	528,204	132,05	53,60	<0,0001	*
Bloques*Fases fenol.	8	19,71	2,46	0,6	0,7704	NS
Cultivares	2	3,83	1,92	0,46	0,6359	NS
Fases*Cultivares	8	97,62	12,20	2,95	0,0237	*

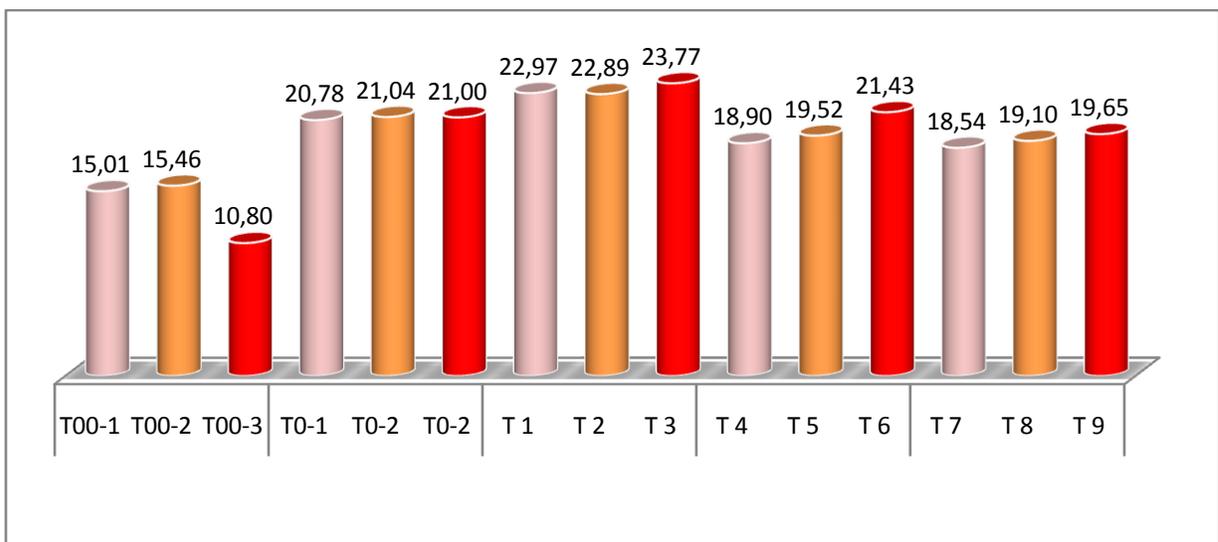
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV:10.58 %

El coeficiente de variabilidad es de 10.58 %, con respecto a la media que es de 13.39 cm², lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que la cobertura de la población no muestra grandes variaciones.

Grafico 3. Cobertura vegetal de planta por efecto del fertirriego y secano (cm²)



6.2.1. Fases Fenológicas

De acuerdo al cálculo en promedio (Anexo 6.2) para la cobertura vegetal de la planta, se observa que en la fase de ramificación los tres cultivares muestran una mayor cobertura a diferencia que los demás fases fenológicas. Estadísticamente en el ANVA (Cuadro 14) muestra diferencia significativa entre Fases Fenológicas, esta diferencia puede atribuirse a la aplicación del Biol en las distintas fases fenológicas, ya que si se aplica en la fase de ramificación, entonces el cultivo presenta mayor cobertura a diferencia que en las distintas Fases Fenológicas.

También se observa que en los tratamientos sin fertirriego (secano), la cobertura es menor que los demás tratamientos, el dato más bajo es el cultivar Condornaira con 10.80 cm² como se muestra en el Grafico 3.

En la prueba Duncan (Cuadro 15), se observa que en el factor Fases Fenológicas con la aplicación de fertirriego, existen cuatro grupos diferenciales, en la que la fase de Ramificación es la que sobresale con 23.21 cm² de media, seguido en la que solo se aplica riego con una media de 20.94 cm², y el último grupo es el testigo a secano con una media de 12.95 cm². Estos resultados pueden atribuirse debido a que la cañahua responde adecuadamente a la aplicación de Biol en la fase de Ramificación y cuando solo se le aplica riego, esta diferencia es en 45% distante del primer grupo cuando se aplica Biol en la fase de ramificación y cuando se aplica riego en un porcentaje de 38% de diferencia.

Cuadro 15. Comparaciones de medias por Duncan para cobertura vegetal en fases fenológicas del cultivo.

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
F. Ramificación	23,21	A
Testigo riego	20,94	B
F. Inflorescencia	19,95	B C
F. Floración	19,09	C
A secano	12,95	D

6.2.2. Interacción entre Fases fenológicas y Cultivares de cañahua

En el Grafico 3, se observa que el cultivar Condornaira responde a la aplicación del Biol, en las tres Fases Fenológicas que se efectuó el Fertirriego. Pero a diferencia que el testigo a secano el cultivar Condornaira presenta menor cobertura con 10.8 cm² (Anexo 6.2).

Al respecto otras investigaciones muestran una cobertura de 20.58 cm² reportado por Quispe (2007), mientras que Flores (2006), reporta una cobertura de 15.06 cm². En cambio Flores Rosa (2007), obtuvo 99.8 cm², valor que sobrepasa la cobertura ideal, esta diferencia probablemente debe ser a las características genéticas y fenotípicas y a las condiciones del clima del lugar.

6.3. Análisis de comparación para número de ramas

Para una evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza de número de ramas de la planta (Cuadro 16), se observa que el factor fase fenológicas, cultivares y la intersección no son significativos con probabilidad estadística del 5%.

Cuadro 16. Análisis de varianza para el número de ramas de la cañahua por efecto del fertirriego

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	9,84	4,92	0,85	0,4609	
Fases Fenológicas	4	38,53	9,63	1,67	0,2480	NS
Bloques*Fases fenol.	8	46,05	5,76	0,73	0,6633	NS
Cultivares	2	21,56	10,78	1,37	0,2772	NS
Fases*Cultivares	8	64,39	8,05	1,02	0,4513	NS

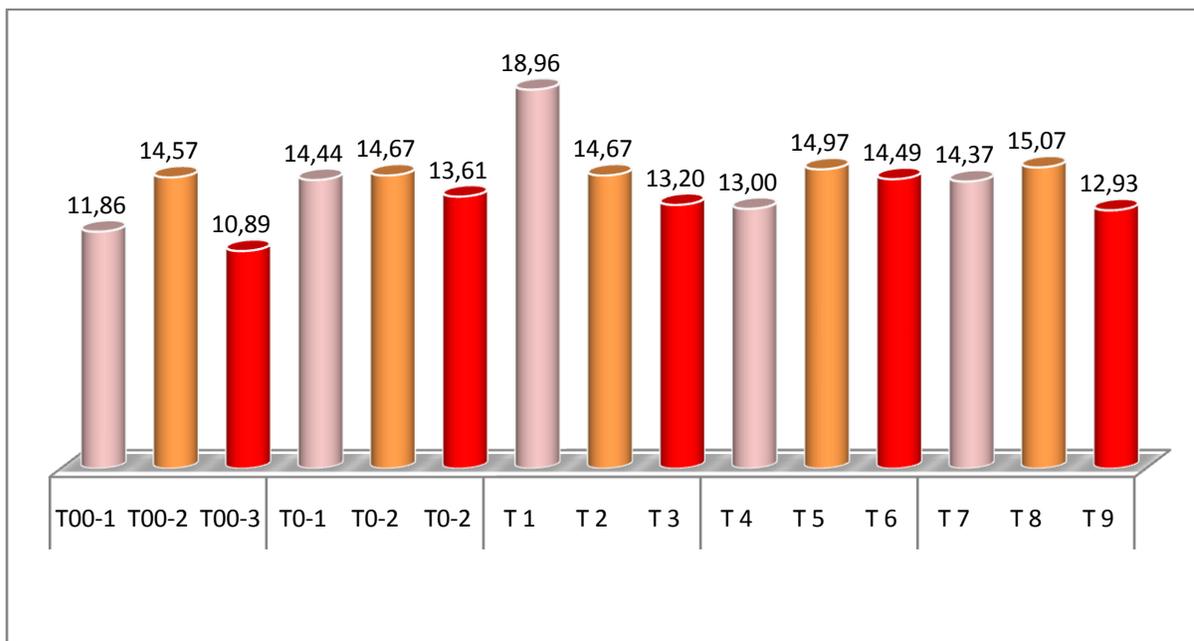
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV:20.29 %

El coeficiente de variabilidad es de 20.29 %, con respecto a la media que es de 14.11, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que el número de ramas muestra variaciones.

Grafico 4. Número de ramas por efecto del fertirriego y a secano



6.4. Análisis de comparación para diámetro de tallo (mm)

Para una evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza de diámetro de tallo (Cuadro 17), se observa que existe diferencia significativa en el factor fases fenológicas con probabilidad estadística del 5%, y no existe significancia en el factor Cultivares e interacción.

Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro de tallo de la cañahua (mm) por efecto del fertirriego y a secano

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	0,34	0,17	1,42	0,2893	
Fases Fenológicas	4	4,55	1,14	9,48	0,0039	*
Bloques*Fases fenol.	8	0,96	0,12	1,43	0,2444	NS
Cultivares	2	0,04	0,02	0,27	0,7680	NS
Fases*Cultivares	8	1,00	0,13	1,51	0,2168	NS

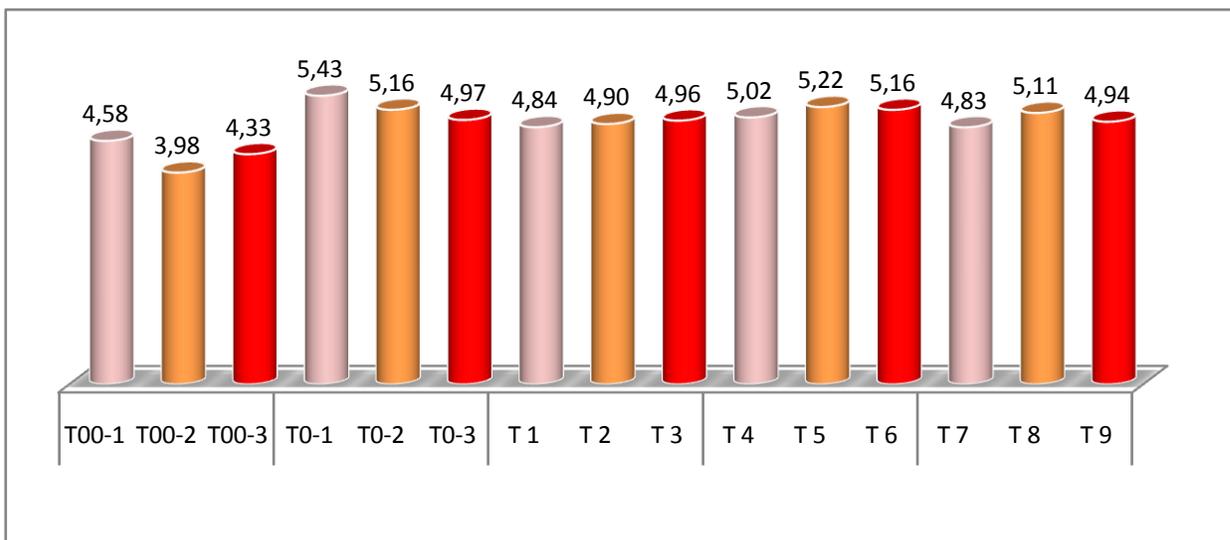
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV: 6.40 %

El coeficiente de variabilidad es de 6.4 %, con respecto a la media que es de 4.9 mm, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisibles, y se asume que las variaciones son mínimas.

Grafico 5. Diámetro de tallo por efecto del fertirriego y secano (mm)



6.4.1. Fases fenológicas

Estadísticamente existe una diferencia significativa entre fases fenológicas como se muestra en el ANVA (Cuadro 17), y claramente se observa que a los tratamientos que se aplica el fertirriego son homogéneos, a diferencia que el testigo a secano (Grafico 5). Realizando la prueba de Duncan se observa que existe dos grupos diferenciales, el testigo riego es la que sobresale con una media de 5.18 mm, y el segundo y último grupo es a secano con una media de 4.29 mm de diámetro.

Esta diferencia significativa se debe a la aplicación del fertirriego, como se observa en el Grafico 5, al aplicar el riego el diámetro de tallo incrementa hasta 5.43 mm, superando a los datos de Mamani (2003) que reporta un diámetro de tallo de 4.8 mm, mientras que a secano son menores

Cuadro 19. Prueba de Duncan en fases fenológicas del cultivo

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
Testigo riego	5,18	A
F. Inflorescencia	5,13	A
F. Floración	4,96	A
F. Ramificación	4,89	A
A secoano	4,29	B

Otras investigaciones muestran un diámetro de 3.7 y 3.4 mm citado por Ardaya (2012), por su parte Flores (2006), reportó valores de 3.19 mm. Pero Mamani (2003), reportó valores de 4.8 mm de diámetro de tallo.

6.5. Análisis de comparación para días a la inflorescencia

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza de días a la inflorescencia de la cañahua (Cuadro 20), se observa que existe significancia en el factor fases fenológicas con probabilidad estadística del 5%, sucede lo contrario para el factor cultivares.

Cuadro 20. Análisis de varianza para días a la inflorescencia de la cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloques	2	3,600	1,80	1,92	0,2088
Fases Fenológicas	4	289,5	72,38	77,09	0,0001 *
Bloques*Fases fenol.	8	7,511	0,94	0,4	0,9071 NS
Cultivares	2	4,133	2,07	0,88	0,4296 NS
Fases*Cultivares	8	20,311	2,54	1,08	0,4136 NS

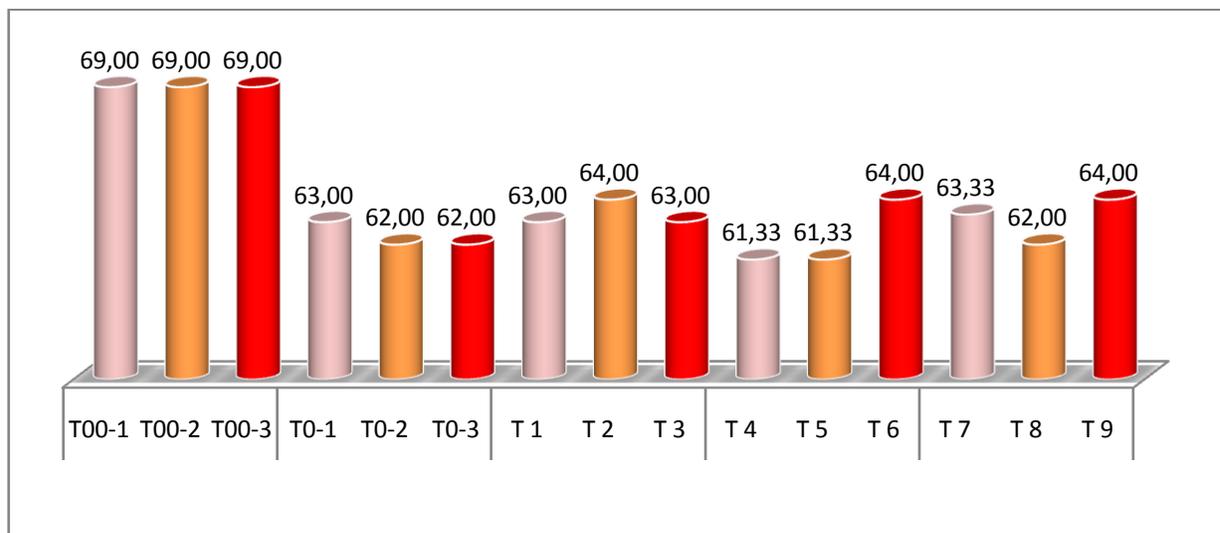
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV = 2.72 %

El coeficiente de variabilidad es de 2.72 %, con respecto a la media que es de 64.0, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que los días a la inflorescencia no muestra grandes variaciones.

Grafico 6. Días a la inflorescencia por efecto del fertirriego y Secano



6.5.1. Fases fenológicas

De acuerdo al cálculo en promedio para días a la inflorescencia de la planta, se observa que el cultivar Ecotipo Naranja que solamente se aplicó fertirriego muestra que tuvo menos días a llegar a la fase de inflorescencia, por lo que se observa que aritméticamente el Biol retrasa los días a la inflorescencia en el Ecotipo Naranja, y de la misma manera se ve en los cultivares de Lasta naranja y Condornaira (Grafico 6). En cambio en el testigo a secano los días a la inflorescencia son mayores con 69 días como se muestra en el (Cuadro 21).

Cuadro 21. Prueba de Duncan en fases fenológicas del cultivo

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
A seco	69,00	A
F. Ramificación	63,33	B
F. Floración	63,11	B
Testigo riego	62,33	B
F. Inflorescencia	62,22	B

6.6. Análisis de comparación para días a la floración

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza de días a la floración (Cuadro 22), se observa que el factor fases fenológicas y cultivares muestra un significancia con probabilidad estadística de 5%, en cambio sucede lo contrario para la interacción que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 22. Análisis de varianza para días a la floración de la cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	2,533	1,27	0,559	0,5927	
Fases Fenológicas	4	1522,6	380,65	167,94	0,0001	*
Bloques*Fases fenol.	8	18,133	2,27	1,030	0,4463	NS
Cultivares	2	37,733	18,87	8,580	0,0020	*
Fases*Cultivares	8	74,933	9,37	4,260	0,0640	NS

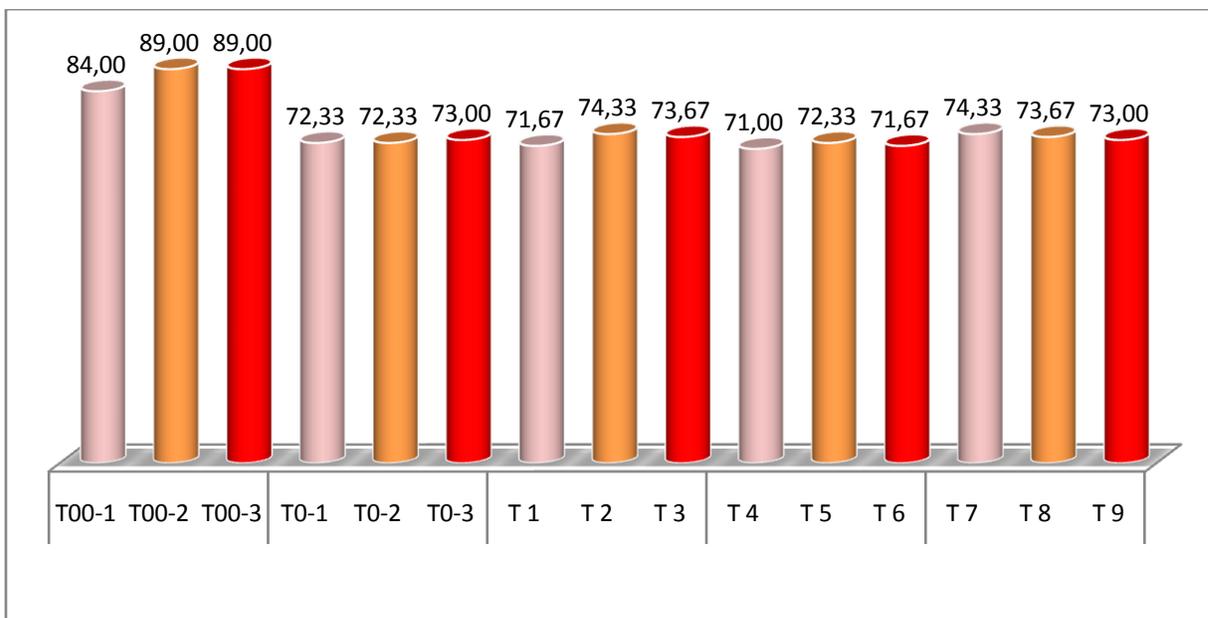
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativos

CV =2.04 %

El coeficiente de variabilidad es de 2.04 %, con respecto a la media que es de 73.71 días, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que los días a la floración no muestra grandes variaciones.

Grafico 7.Días a la floración por efecto del fertirriego y secano



6.6.1. Fases fenológicas

De acuerdo al cálculo en promedio para los días a la floración de la planta, se observa que entre Fases Fenológicas hay una diferencia muy clara, en la fase de Ramificación que se aplicó Biol muestra que llega en menor tiempo a la fase de Floración (64 días) a diferencia que los demás tratamientos como se muestra en el (Grafico 7) y (Anexo 6.6). En el testigo sin fertirriego llego a los 89 días en los cultivares Condornaira y Ecotipo naranja.

Como se observó en el ANVA el factor Fases Fenológicas muestra significancia, se procedió a la prueba de Medias de Duncan (Cuadro 23). La prueba muestra que existen tres grupos, la primera está dada en la que se aplicó Biol en la fase de inflorescencia con una media de 71.67 días, y el ultimo que llego a la fase de floración es a secano con una media de 87.22 días. En conclusión mediante los datos

obtenidos el riego en general es la que influye en los días a la Floración, si bien por la aplicación del fertirriego en la fase de Inflorescencia llega con una media de 71.67 días a la fase de Floración, la diferencia es de 2 días con el factor Fases Fenológicas el cual se detalla en el Cuadro 23, pero si es significativo cuando el cultivo no tiene fertirriego (a secano), la diferencia es de 14 días a comparación al fertirriego.

Cuadro 23. Comparaciones de medias por Duncan

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
A secano	87,22	A
F. Floración	73,66	B
F. Ramificación	73,22	B C
Testigo riego	72,56	B C
F. Inflorescencia	71,67	C

6.6.2. Cultivares

Realizando la prueba de Duncan, el cultivar que sobresalió y quien mejor responde al fertirriego es el cultivar Lasta naranja con una media de 74.4 días y el que no responde bien es el ecotipo naranja, pese a que no es mucha la diferencia aritméticamente, pero si estadísticamente (Cuadro 24). En las fases que se aplicó Biol bovino, se observó que el cultivar Lasta naranja fue quien llego a la floración antes que los demás cultivares.

Cuadro 24. Comparación de Duncan en Cultivares

CULTIVARES	MEDIA	GRUPOS
Ecotipo naranja	76,53	A
Condornaira	76,06	A
Lasta naranja	74,40	B

Investigaciones realizadas muestran que a la fase de floración alcanza en 92.67 – 93.33 días, reportado por Ardaya (2012), por su parte Flores (2006), reporta 104 días a la floración. Y Quispe (1999) reporta a los 75 a 97 días.

6.7. Análisis de comparación para días a la maduración fisiológica

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza de días a la maduración fisiológica (Cuadro 25), se observa que el factor fases fenológicas y cultivares muestran un significancia con probabilidad estadística del 5%, en cambio sucede lo contrario para la interacción fase fenológica-cultivares que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 25. Análisis de varianza para días a la maduración fisiológica de la cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	4,9778	2,49	1,67	0,2474	
Fases Fenológicas	4	9848,30	2462,08	1653,6	0,0001	*
Bloques*Fases fenol.	8	11,9111	1,49	0,96	0,4948	NS
Cultivares	2	23,6444	11,82	7,60	0,0035	*
Fases*Cultivares	8	46,5777	5,82	3,74	0,0679	NS

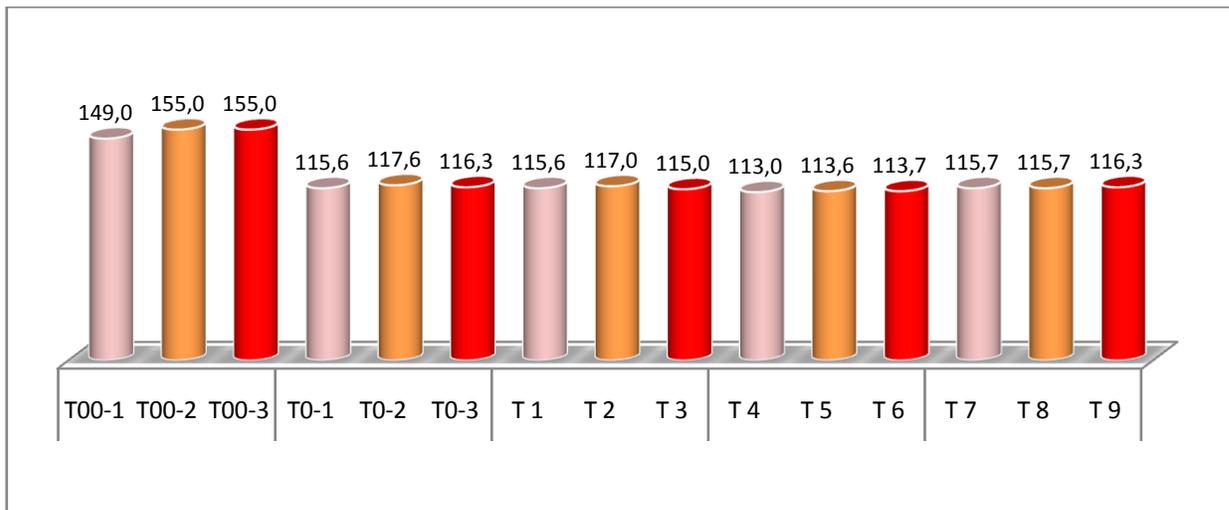
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV = 0.84 %

El coeficiente de variabilidad es de 0.84 %, con respecto a la media que es de 122.96, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que los días a la maduración fisiológica no muestra variaciones.

Grafico 8. Días a la maduración fisiológica por efecto del fertirriego



6.7.1. Fases fenológicas

De acuerdo al cálculo en promedio para los días a la maduración fisiológica de la planta, se observa que entre fases fenológicas hay una diferencia clara, en la fase de inflorescencia que se aplicó Biol muestra que llega en menos tiempo a la fase de maduración (113 días) a diferencia que los demás tratamientos como se muestra en el (grafico 8). También se observa que el tratamiento testigo sin fertirriego llega a su madurez fisiológica a los 155 días (Anexo 6.7), lo cual es muy significativo como se ve en el grafico 8.

Como se observó en el ANVA el factor Fertirriego en Fases fenológicas muestran significancia, y se procedió a la prueba de Medias de Duncan (Cuadro 26).

Cuadro 26. Comparaciones de medias por Duncan en fases fenológicas

FASE FENOLOGICA	MEDIA	GRUPOS
A seco	152,33	A
Testigo riego	116,56	B
F. Ramificación	115,89	B
F. Floración	115,89	B
F. Inflorescencia	113,44	C

En la prueba Duncan, se observa que en el factor fertirriego en Fases fenológicas, existen tres grupos, el primer grupo es a secano con una media de 152.33 días a la madurez fisiológica seguido del testigo riego con una media de 116 días, fase de ramificación y floración con una media de 115 días, el que menos días llegó a su madurez es en la fase de inflorescencia con una media de 113 días. En conclusión cuando se aplica el abono líquido mediante el riego por goteo en la fase de Inflorescencia, la cañahua responde a este abono líquido, pero aritméticamente la diferencia de los días en el fertirriego no es alta la diferencia (3 días) como se detalla en el Cuadro 26.

6.7.2. Cultivares

En el Cuadro 27, se observa que en cultivares se presenta dos grupos diferenciales, el cultivar lasta naranja es la que llega en menor día con una media de 121.8 días y el cultivar que más tarda en llegar a la fase de maduración es el ecotipo naranja con una media de 123.4 días.

Cuadro 27. Comparación de Duncan en cultivares

CULTIVARES	MEDIA	GRUPOS
Ecotipo naranja	123,4	A
Condornaira	123,26	A
Lasta naranja	121,8	B

Otras investigaciones realizadas muestran 138 días a la maduración fisiológica, reportado por Flores (2006). Y Quispe (1999) reporta 156 a 165 días. Por su parte Ardaya (2012) reporta 131 – 139 días a la maduración fisiológica. Estos datos son diferentes a la investigación realizada, debido al efecto del fertirriego.

6.8. Análisis de comparación para rendimiento del grano (kg/ha)

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza del rendimiento del grano de la cañahua (Cuadro 28), se observa que el factor fases fenológicas y

cultivares muestran diferencia significativa con probabilidad estadística del 5 %, además se observa una significancia entre bloques, en cambio sucede lo contrario en la interacción que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 28. Análisis de varianza para rendimiento del grano de cañahua (kg/ha)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	546882,07	273441,04	6,02	0,0254	
Fases Fenológicas	4	1370474,05	342618,51	7,54	0,0080	*
Bloques*Fases fenol.	8	363395,04	45424,38	0,80	0,6090	NS
Cultivares	2	412539,57	206269,79	3,64	0,0450	*
Fases*Cultivares	8	681032,32	85129,04	1,50	0,2188	NS

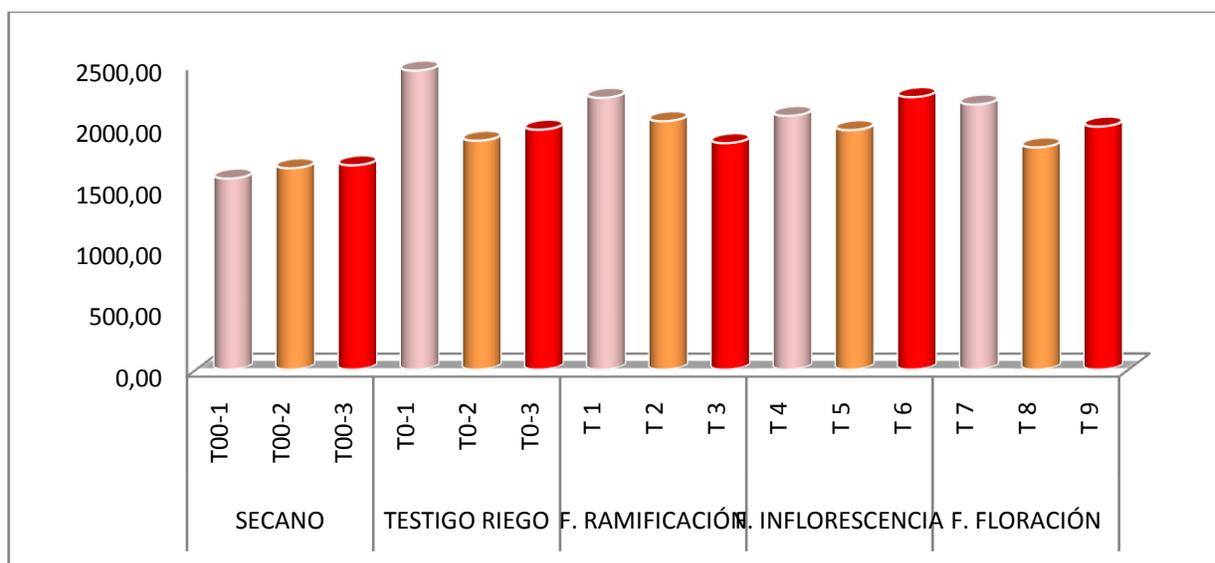
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV = 12.96%

El coeficiente de variabilidad es de 12.96 %, con respecto a la media que es de 1968.04 kg/ha, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume el rendimiento de la cañahua no muestra grandes variaciones.

Grafico 9. Rendimiento del grano por efecto del fertirriego y secano



6.8.1. Fases fenológicas

Como se observó en el ANVA el factor fases Fenológicas muestra significancia, se procedió a la prueba de Medias de Duncan (Cuadro 29). Realizando la prueba de Duncan se observa que existen dos grupos, pero la que obtuvo mejor rendimiento está en la que solo se aplicó riego con una media de 2094.7 kg/ha, seguido en la que se aplicó Biol en la fase de inflorescencia con una media de 2088.7 kg/ha, y el segundo grupo es a secano con una media de 1626.9 kg/ha. Estas diferencias se deben a que al aplicar riego el rendimiento del cultivo incrementa como se puede observar en (Anexo 6.8).

Cuadro 29. Comparaciones de medias por Duncan

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
Testigo riego	2094,7	A
F. Inflorescencia	2088,7	A
F. Ramificación	2036,8	A
F. Floración	1992,5	A
A secano	1626,9	B

6.8.2. Cultivares

De acuerdo al cálculo en promedio para el rendimiento de la cañahua, se observa que el cultivar Lasta naranja presenta mayor rendimiento con 2096.26 kg/ha en la que solo se le aplicó riego, seguido del cultivar Condornaira en la que se aplicó el Biol en la fase de Inflorescencia, y el que tuvo menor rendimiento a comparación de los demás cultivares es el Ecotipo naranja, como se muestra en el Grafico 9. Además se puede observar que el testigo sin fertirriego el en rendimiento es menor que los tratamientos con fertirriego con una media de 1563.33 kg/ha como se observa en (Anexo 6.8).

Cuadro 30. Comparación de Duncan en cultivares

CULTIVARES	MEDIA	GRUPOS
Lasta naranja	2096,26	A
Condornaira	1941,17	A B
Ecotipo naranja	1866,35	B

Trabajos anteriores reportan un rendimiento de 136 504 kg/ha, citado por Flores (2007). Por su parte Ardaya (2012), reporta 591.67 – 727.78 kg/ha en lasta, y en saihua 1430.56 kg/ha. En cambio Quispe (1999), reporta un rendimiento de 2188 kg/ha. Pero Mamani (1994) reporta 508 – 454 kg/ha. Y para Vidaurre (2002), reporta datos de 1233.3 kg /ha.

6.9. Análisis de comparación para índice de cosecha (%)

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza de índice de cosecha de la cañahua (Cuadro 31), se observa que el factor fases fenológicas y cultivares muestran diferencia significativa con probabilidad estadística del 5 %, en cambio sucede lo contrario para la interacción que no es significativo estadísticamente.

Cuadro 31. Análisis de varianza para índice de cosecha del grano de cañahua

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloques	2	118,44	59,22	3,46	0,0827
Fases Fenológicas	4	279,45	69,86	4,08	0,0431 *
Bloques*Fases fenol.	8	136,97	17,12	1,61	0,1835 NS
Cultivares	2	188,29	94,15	8,87	0,0017 *
Fases*Cultivares	8	346,61	43,33	4,08	0,0651 NS

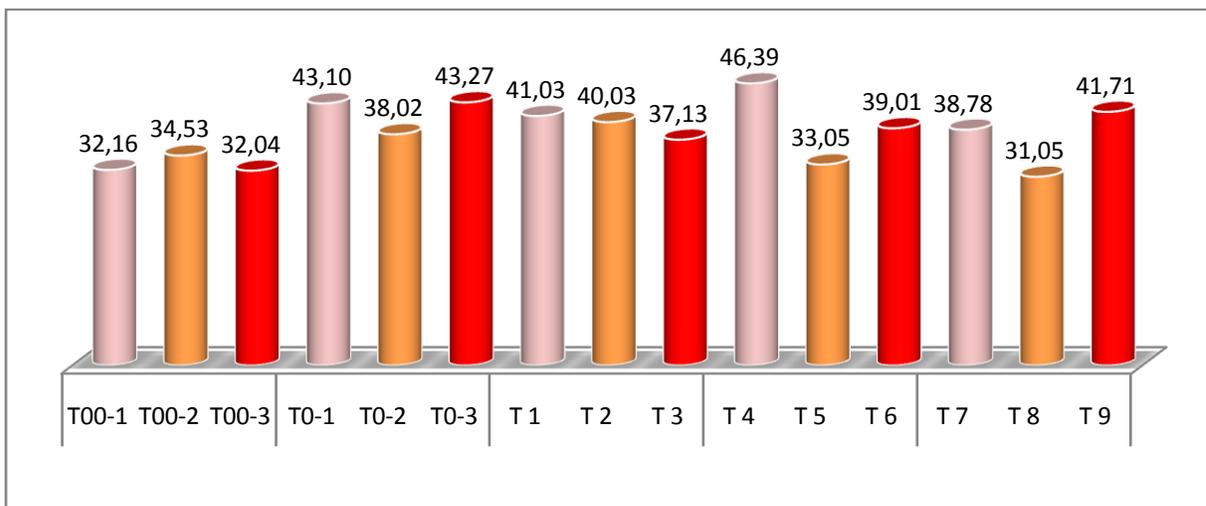
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV = 9.37%

El coeficiente de variabilidad es de 9.37 %, con respecto a la media que es de 38.09, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que el índice de cosecha que se presentó no muestra grandes variaciones.

Grafico 10. Índice de cosecha del grano por efecto del fertirriego y secano



6.9.1. Fases fenológicas

De acuerdo al análisis realizado mediante el ANVA (Cuadro 31), se observa una significancia entre Fases Fenológicas, el cual se puede apreciar en la prueba de Duncan (Cuadro 32), el testigo que solo se aplicó riego presenta el mayor índice de cosecha a comparación que los demás tratamientos, con una media de 40.26%, y la que presento menor cantidad de índice de cosecha fue a secano con una media de 33.02%. Esta significancia también puede deberse al momento en que se cosecho la cañahua o factores externos.

Cuadro 32. Comparaciones de medias por Duncan para fases fenológicas

FASE FENOLOGICA	MEDIA	GRUPOS
Testigo riego	40,26	A
F. Inflorescencia	38,51	A
F. Ramificación	38,38	A
F. Floración	36,17	A B
A secano	33,02	B

6.9.2. Cultivares

De acuerdo al cálculo en promedio para el índice de cosecha de la cañahua, se observa que el cultivar Lasta naranja en la que se aplicó Biol en fase de inflorescencia presenta un mayor índice de cosechade 46.39% a diferencia que los demás tratamientos, y el menor valor por efecto del fertirriego está en la fase de floración el ecotipo naranja con 31.05 %, como se observa en el (Grafico 10). También se observa que en el testigo sin fertirriego el índice de cosecha es menor en el cultivar de Condornaira con una media de 32.04 % (ver Anexo 6.9).

Como se observó en el ANVA el factor cultivares muestra significancia, se procedió a la prueba de Medias de Duncan (cuadro 33).

Cuadro 33. Comparaciones de medias por Duncan para cultivares

CULTIVARES	MEDIA	GRUPOS
Lasta naranja	39,42	A
Condornaira	37,88	A
Ecotipo naranja	34,52	B

En la prueba Duncan, se observa que existen dos grupos diferenciales, el cultivar Lasta naranja es la que tuvo mejor índice de cosecha con una media de 39.42 %, y el segundo grupo por el cultivar Ecotipo naranja con una media de 34.52%.

Flores (2006), reporta un promedio de 44.8 % y su rango de variación fluctúa entre 18.35 a 79.37 %. Por su parte Mamani (1994), reporta 50 % de índice de cosecha. Por su lado Flores (2007), reporta que existe diferencia significativa en época de cosecha, con un índice de cosecha de 45 %.

6.10. Análisis de comparación para diámetro del grano (mm)

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza del diámetro del grano de la cañahua (Cuadro 34), se observa que entre bloques y el factor Fases

Fenológicas existe una diferencia significativa con probabilidad estadística del 5 %, pero sucede lo contrario para los factores cultivares y su interacción que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 34. Análisis de varianza para diámetro del grano de cañahua (cm)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	0,034	0,017	11,33	0,0047	
Fases Fenológicas	4	0,148	0,037	24,67	0,0002	*
Bloques*Fases fenol.	8	0,012	0,002	0,22	0,9841	NS
Cultivares	2	0,038	0,019	2,76	0,0874	NS
Fases*Cultivares	8	0,029	0,004	0,52	0,8251	NS

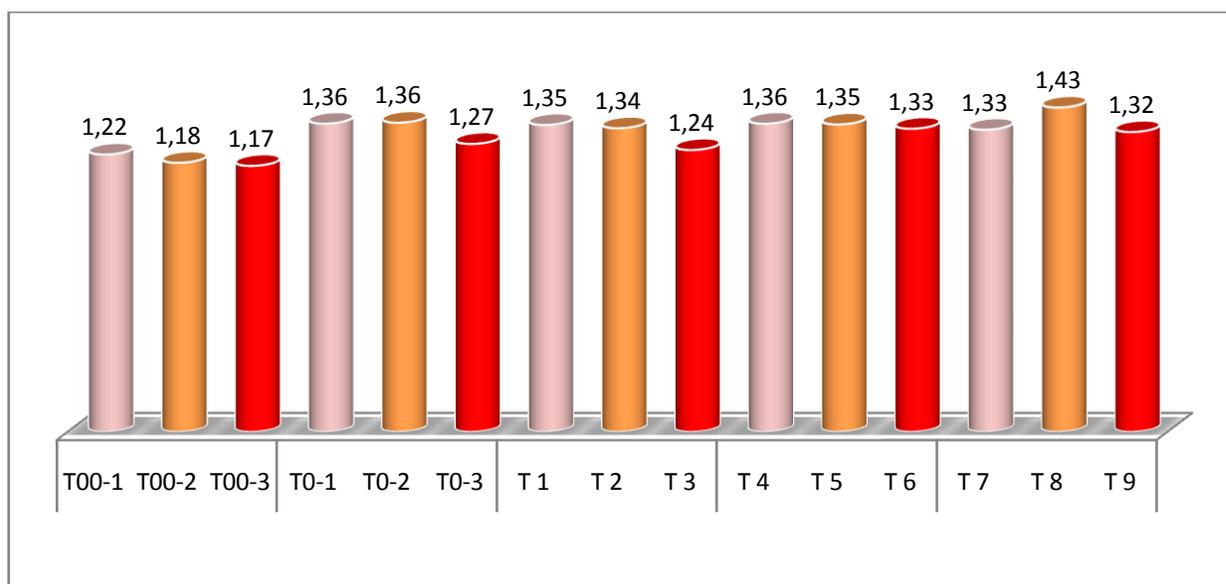
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV: 6.80%

El coeficiente de variabilidad es de 6.80 %, con respecto a la media que es de 1.31 mm, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que el diámetro del grano no muestra grandes variaciones.

Grafico 11. Diámetro del grano por efecto del fertirriego y secano (mm)



6.10.1. Fases fenológicas

De acuerdo al análisis realizado, se observa las significancias en las fases fenológicas, en el que observa tres grupos diferenciales, el primer grupo consta en la que se aplicó Biol en la fase de floración con una media de 1.36 mm de diámetro del grano, seguido en la que se aplicó Biol en la fase de Ramificación con una media de 1.31 mm, y el tercer grupo está dada por el a secano con una media de 1.19 mm de diámetro del grano (Cuadro 35). Entonces se concluye que cuando aplicamos el Biol solo en la fase de Floración el grano de cañahua aumenta en 12.5% en relación al testigo a secano.

Cuadro 35. Comparación de medias por Duncan para fases fenológicas

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
F. Floración	1,36	A
F. Inflorescencia	1,35	A B
Testigo riego	1,33	A B
F. Ramificación	1,31	B
A secano	1,19	C

Quispe (1999), reporta un diámetro de grano en promedio de 1.09 mm, por su parte Mamani (1994) menciona que el diámetro de grano varía entre 0.85mm a 1.25 mm. Estos reportes no se asemejan a los reportes obtenidos de 1.36 mm en la investigación presente, debido a que se observa que el riego y Biol tienen efecto sobre el diámetro del grano.

6.11. Análisis de comparación para espesor del grano (mm)

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza del espesor del grano de la cañahua (Cuadro 36), se observa que el factor fases fenológicas muestra diferencia significativa con probabilidad estadística del 5 %, en cambio sucede lo contrario para el factor cultivares y su interacción con fases fenológicas que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 36. Análisis de varianza para el espesor del grano de cañahua (mm)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	0,0068	0,003	1,35	0,3098	
Fases Fenológicas	4	0,3223	0,081	32,07	0,0001	*
Bloques*Fases fenol.	8	0,0201	0,003	0,75	0,6485	NS
Cultivares	2	0,0125	0,006	1,87	0,1808	NS
Fases*Cultivares	8	0,0456	0,006	1,70	0,1595	NS

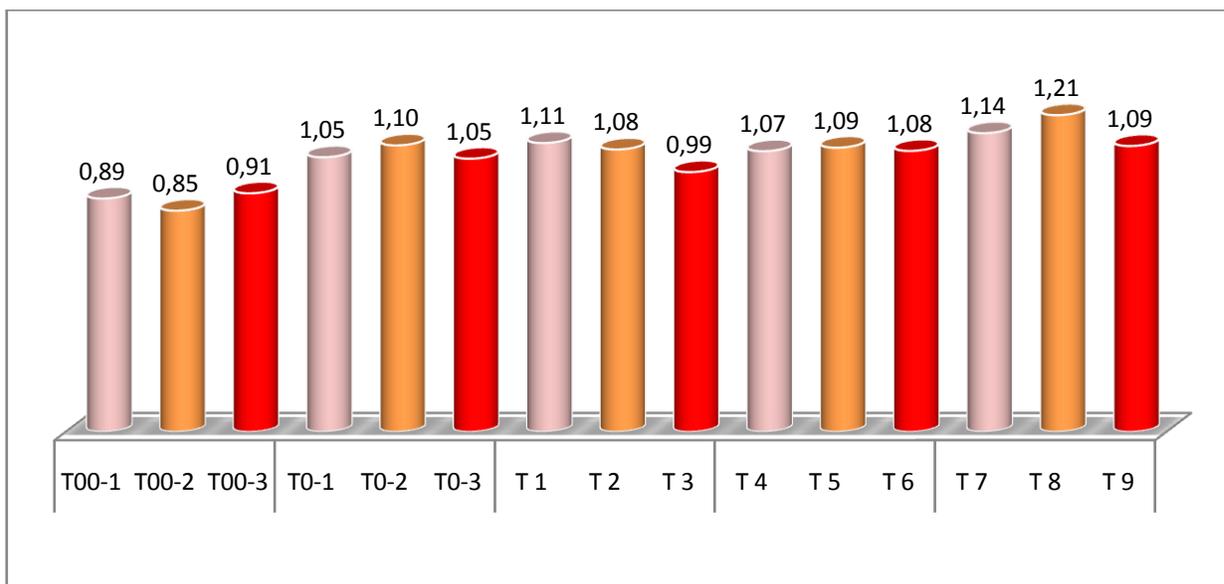
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV = 5.75%

El coeficiente de variabilidad es de 5.75 %, con respecto a la media que es de 1.05 mm, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que el espesor del grano no muestra grandes variaciones.

Grafico 12. Espesor del grano por efecto del fertirriego y secano (mm)



6.11.1. Fases fenológicas

Como se observó en el ANVA el factor fases fenológicas y cultivares muestran significancia, y se procedió a la prueba de Medias de Duncan (Cuadro 37).

En la prueba Duncan se observa que existen tres grupos diferenciales, la fase de Floración con una media de 1.14 mm quien respondió al Biol de manera oportuna, seguido de la fase de Inflorescencia con una media de 1.08 mm y el último valor está dada por el a secano con una media de 0.89 mm de espesor del grano. Entonces el Biol en la fase de Floración el grano de cañahua aumenta en espesor en un 22% con respecto al testigo a secano.

Cuadro 37. Comparaciones de medias por Duncan

FASE FENOLÓGICA	MEDIA	GRUPOS
F. Floración	1,14	A
F. Inflorescencia	1,08	B
Testigo riego	1,06	B
F. Ramificación	1,06	B
A secano	0,89	C

Quispe (1999), reporta el espesor del grano obtenido en un promedio es de 0.71 mm y 0.72 mm. Probablemente la diferencia con los datos obtenidos en la presente estudio, deben ser con la calidad del suelo, por el efecto del Biol ya que cuando se aplica fertirriego en la fase de floración aumenta en 1.15 mm de espesor y en solo riego alcanza a 1.06 mm de espesor.

6.12. Análisis de comparación para peso de 1000 granos (g)

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza del peso de 1000 granos de cañahua (Cuadro 38), se observa que el factor cultivares muestra diferencia significativa con probabilidad estadística del 5 %, en cambio sucede lo contrario para el factor fases fenológicas y su interacción que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 38. Análisis de varianza de peso de 1000 de granos de cañahua (g)

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	0,0058	0,003	1,03	0,3976	
Fases Fenológicas	4	0,0014	0,000	0,12	0,9668	NS
Bloques*Fases fenol.	8	0,0226	0,003	1,87	0,1218	NS
Cultivares	2	0,0227	0,011	7,53	0,0037	*
Fases*Cultivares	8	0,0297	0,004	2,46	0,0693	NS

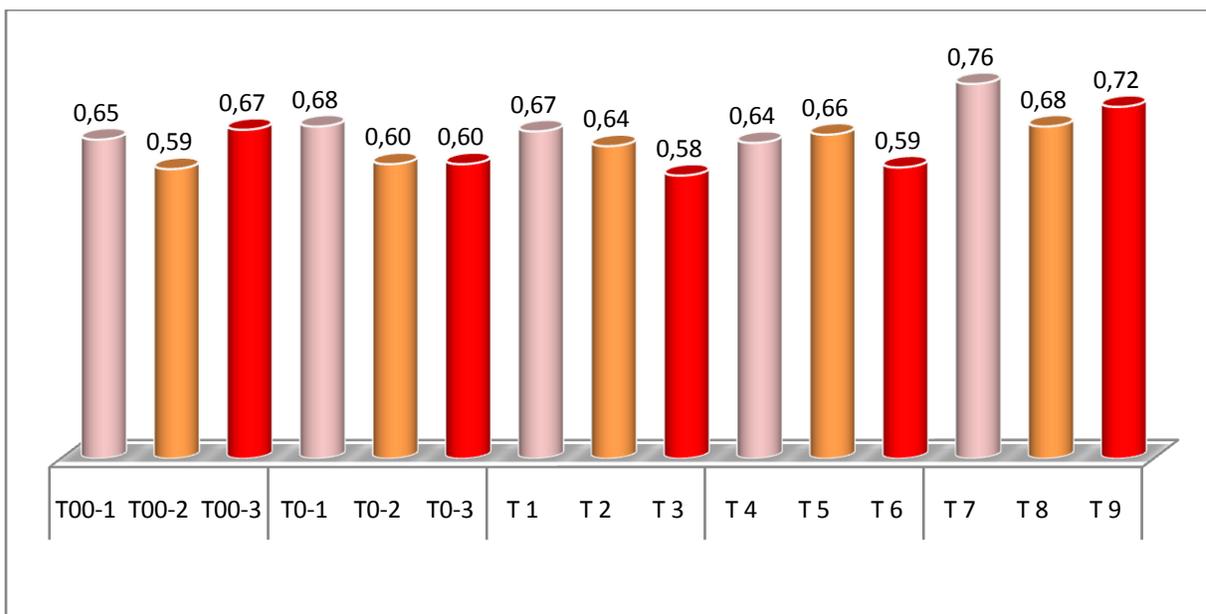
(*) Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadístico.

NS: No significativo

CV = 6.88%

El coeficiente de variabilidad es de 6.88 %, con respecto a la media que es de 0.65 g, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que el peso de 1000 granos no muestra grandes variaciones.

Grafico 13. Peso de 1000 granos por efecto del fertirriego y secano



6.12.1. Cultivares

De acuerdo al cálculo en promedio para el peso de 1000 granos de la cañahua, se observa que el cultivar Lasta naranja presenta mayor peso con 0.76 g (Anexo 6.12) en la que se aplicó fertirriego en Fase de Floración, a comparación con los demás tratamientos, además el cultivar Lasta naranja casi en todos tiene mayor por efecto del fertirriego, excepto en el testigo sin fertirriego como se observa en el (Grafico 13).

Como se observó en el ANVA el factor cultivares muestra significancia, y se procedió a la prueba de Medias de Duncan (cuadro 39).

Cuadro 39. Comparaciones de medias por Duncan

CULTIVARES	MEDIA	GRUPOS
Lasta naranja	0,66	A
Ecotipo naranja	0,61	B
Condornaira	0,61	B

En la prueba Duncan, se observa que existen dos grupos diferenciales, el cultivar Lasta naranja es la que presenta mayor valor con una media de 0.66 g, y el segundo grupo está dado por los cultivares Ecotipo naranja y Condornaira con una media de 0.613 g y 0.611 g. Esta diferencia probablemente se debe a las características genéticas de cada cultiva, además al espesor y el diámetro de los granos y su consistencia.

Ardaya (2012), reporta una media del peso de 1000 granos de 0.89 a 0.92 g, probablemente la diferencia con el dato obtenido se debe a la variedades que utilizo el autor mencionado. Por su parte Mamani (1994), reporta el peso de 1000 granos de 0.5580 g y 0.5142 g los datos que se obtuvieron se asemejan por poco.

6.13. Análisis de comparación para peso hectolitrico del grano (g/cm³)

Para un evaluación estadísticamente se realizó el análisis de varianza del peso hectolitrico del grano de la cañahua (Cuadro 40), se observa que no existe significancia alguna en los factores, como también en la interacción Fases Fenológicas-Cultivares que no son significativos estadísticamente.

Cuadro 40. Análisis de varianza para el peso hectolitrico del grano de cañahua (g)

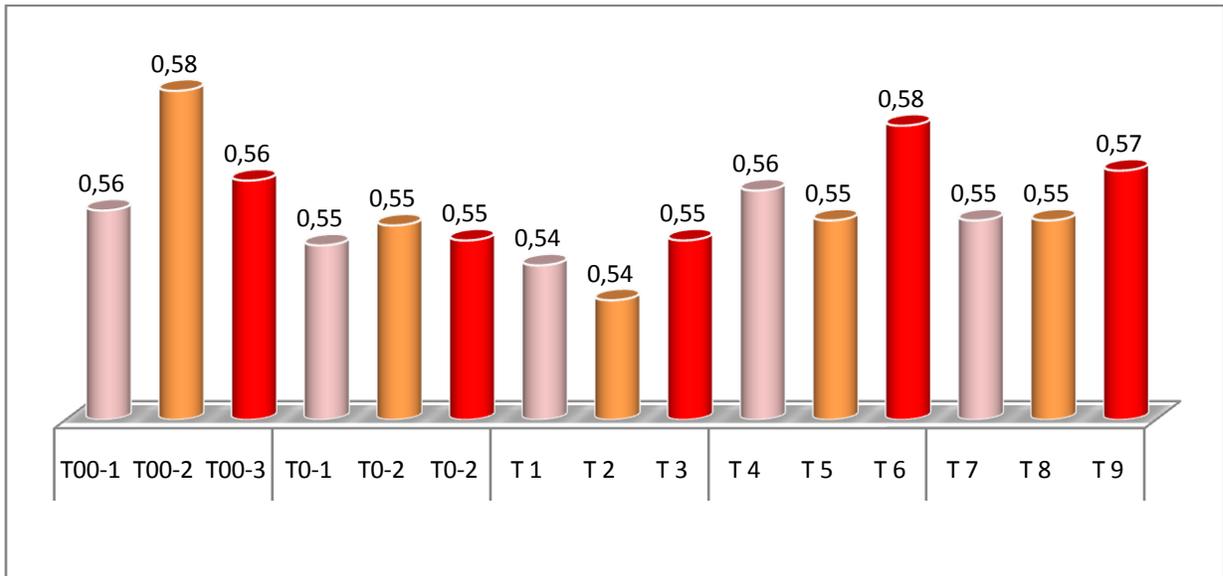
FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloques	2	0,0010	0,0005	2,22	0,1724	
Fases Fenológicas	4	0,0030	0,0008	3,33	0,0691	NS
Bloques*Fases fenol.	8	0,0018	0,0002	0,69	0,6961	NS
Cultivares	2	0,0002	0,0001	0,44	0,6482	NS
Fases*Cultivares	8	0,0019	0,0002	0,75	0,6499	NS

NS: No significativo.

CV = 3.41%

El coeficiente de variabilidad es de 3.41 %, con respecto a la media que es de 0.56 g, lo que muestra que la variabilidad está dentro de los rangos permisible, y se asume que la cobertura de la población no muestra grandes variaciones.

Grafico 14. Peso hectolitrico del grano por efecto del fertirriego y secano



De acuerdo al cálculo en promedio para el peso hectolitrico del grano de cañahua, se observa que el cultivar Ecotipo naranja muestra el mayor valor de 0.58 g en el testigo a secano, a diferencia de los demás tratamientos por efecto del fertirriego como se observa en el Grafico 14.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se formula las siguientes conclusiones:

- La aplicación del fertirriego con la incorporación de Biol-Bovino en el cultivo de cañahua, tuvo efectos significativos en la altura de planta como ser en el cultivar Ecotipo naranja con una altura de 41.5 cm, en la que se aplicó el Biol en la fase de ramificación con respecto al testigo a secano en el cultivar Ecotipo naranja con una altura de 34.62 cm, del mismo modo ocurre con la cobertura vegetal, cuando se aplica Biol en la fase de Ramificación, el cultivar Condornaira responde mejor al Biol con un promedio de 21.43 cm², y a secano con una cobertura de 10.80 cm².
- El riego tiene efecto en el diámetro del tallo de los cultivares de cañahua con una media de 5.18 mm a diferencia que a secano con una media de 4.29 mm, pese a que no existe significancia en la aplicación de Biol-bovino en las fases fenológicas.
- La aplicación del Biol-bovino presenta significancia en los días a la madurez fisiológica, cuando se efectúa el fertirriego en la fase de inflorescencia que llega a los 113 días, mientras que a secano llega a los 152 días a la maduración fisiológica.
- La aplicación del Biol no tiene efecto sobre el rendimiento, pero si tiene efecto el riego, aumentando el rendimiento del cultivo, y el cultivar que responde mejor al riego es el Lasta naranja con una media de 2,229.5 kg/ha.
- El Biol en la calidad del grano, se observa que en diámetro de grano no existe el efecto del fertirriego, pero si existe un efecto en el espesor del grano.
- El peso de 1,000 granos no existe significancia entre fases fenológicas, pero el cultivar Lasta naranja es el que mejor responde al fertirriego con una media de 0.66 g.

8. RECOMENDACIONES y/o SUGERENCIAS

De acuerdo a los resultados obtenidos y conclusiones de la investigación, se plantea las siguientes sugerencias:

- Con la investigación elaborada se pudo observar que hay una escases de información en análisis de laboratorio de la planta de cañahua al aplicar el Biol, para ver si aumenta en calidad de nutrientes, razón por la cual en otra investigación con aplicación de Biol aumenta el porcentaje de proteína como es el caso del forraje de cebada.
- En el transcurso de la investigación se pudo observar que al realizar la siembra en fechas anticipadas, se puede tener problemas de granizada en la fase final, lo cual disminuiría el rendimiento en grano de la cañahua en la cosecha.
- Con las revisiones de literatura y vivencias en campo se sugiere que la aplicación del Biol debe realizarse por las mañanas o por las tardes, ya que por el efecto de la radiación solar, los microorganismos que presenta el insumo llegan a morir.
- Para la aplicación de algún insumo orgánico en la planta se sugiere realizar investigaciones respecto a los requerimientos de nutrientes de la cañahua ya que no existe mucha información con la aplicación de abonos orgánicos.
- Para realizar la frecuencia de riego se sugiere realizar investigaciones para la obtención de la kc del cultivo de cañahua, para una programación de riego oportuna.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes). 2009. Clasificación del pH. (En línea). Visitado el 1 de Agosto de 2014. Disponible en: <http://aeфа-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/clasificacion-del-ph>
- ALEXIS, J. 2014. Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).(En línea). Visitado el 7 de julio de 2014. Disponible en: <http://alexisjulio.wordpress.com/2014/04/28/canihua/>
- ÁLVAREZ, F. 2010. Preparación y uso de Biol. 1ª ed. Soluciones prácticas. Lima, Perú. 30 p.
- ÁLVAREZ, F. 2010. Preparación y uso de Biol. 1ª ed. Lima, Perú. Libreta Vega. 29 p.
- APAZA, V. 2010. Manejo y mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente – CIRNMA, Bioversity international y el International Fund Agricultural Development – IFAD. Altiplano E. I. R. L. Puno, Perú. 74 p.
- ARDAYA, 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. UMSA. 71 p.
- BELLO, U. Y PINO Q. 2000. Metodologías de fertirrigación. Punta Arenas, Chile. INIA-Kampenaiké. 21 p.
- BONIFACIO, A. 2006. El de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los andes. ANDEAN PRODUCTS. UNIDO. 34 p.
- CADAHÍA, C.; EYMAR, E.; LUCENA, J.; MUÑOZ, M.; MARTÍN, I.; YÁÑEZ, F.; LEGAZ, F.; SENTÍS, J.; FRUTOS, I.; MONTALVO, T.; SEGURA, M.; ABAD, M.;

- CASTILLA, N.; LÓPEZ, D.; NOGUERA, P.; ORGAZ, F.; SOLER, J.; CASTEL, J.; QUIÑONES, A.; MASSAGUER, A. 2005. FERTIRRIGACIÓN, Cultivos Hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 681 p.
- CHIPANA, R. 2008. Principios de Riego y Drenaje. UMSA. La Paz, Bolivia. IRTEC. 202 p.
- COLQUE, T.; MUJICA, A.; APAZA, V.; RODRÍGUEZ, D.; CAÑAHUA, A.; Y JACOBSEN E. 2005. Producción de Biol Abono Líquido Natural y Ecológico. ILLPA-PUNO. Puno, Peru. 16 p.
- ESTRADA, P., J. 2007. Guía para la elaboración de Biol. Proyecto agricultura urbana-Oruro. 26 p.
- FERREYRA, R.; SELLES, G.; AHUMADA, R.; MALDONADO, P.; PILAR, G.; BARRERA, C. 2005. Manejo del riego localizado y fertirrigación. Boletín INIA N° 126. La Cruz, Chile. 56 p.
- FLORES, R. 2006. Evaluación preliminar agronómica y morfológica del germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Belén. Tesis de Grado. UMSA. La Paz, Bolivia. 110 p.
- FLORES, R. 2007. Evaluación participativa de líneas y accesiones promisorias de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en dos comunidades del cantón Chachacomani. Tesis de Grado. UMSA. La Paz, Bolivia. 71 p.
- FUENTES, Y. 1998. Curso de Riego Para Regantes. 2ª ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 159 p.
- GARCÍA, M.; RAES, D.; JACOBSEN, E. (s.f.). Análisis de la Evapotranspiración de Referencia en el altiplano Boliviano y Determinación de los Requerimientos de Riego de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). (En línea). Visitado el 2 de octubre de 2013. Disponible en:

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap3.14.htm>

GÓMEZ, D. Y VÁSQUEZ, M. 2011. Abonos orgánicos. Darlan Matute. Tegucigalpa, Honduras. 27 p.

HOOGENDAM, P.; RÍOS, C. 2008. Manual de riego tecnificado para los valles. PIEN Riego. Cochabamba, Bolivia. Poligraf. 154 p.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 2008. El Biol. Lima, Perú. 11 p.

IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute).2005. Descriptores para Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Roma. 54 p.

LESCANO, R. 1997. Cultivo de kañiwa. IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. CICA. Cusco, Perú. 8 p.

LÓPEZ, J.; HERNÁNDEZ, J.; PÉREZ, A.; GONZÁLEZ, J. 1997. Riego localizado. 2ª ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 399 p.

LÓPEZ, J. 2009. Diseño de riego por goteo. Irrigación y drenaje. (En línea). Visitado el 7 de julio de 2014. Disponible en: http://unidad_iv.pdf. 18 p.

LUTENBERG, O. (s.f.). Principios de Fertirriego. Ministerio de Relaciones Exteriores – Mashav. Israel. 74 p.

MAMANI, F. 2003. Componentes de rendimiento en la producción de grano de seis cultivares de cañihua. (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de Maestría. Puno, Perú. 67 p.

MAMANI, F; CÉSPEDES, R. 2012. Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía. Revista en imágenes. Estación Experimental Choquenaira. (D.L.:C-F-G-608): 32 p

- MAMANI, F. 1994. Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de cañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 65 p.
- MARTÍNEZ, B. 1998. Fertirrigación. (En línea). Visitado el 12 de octubre de 2012. Disponible en http://platina.inia.cl/codesser/docs/Manual_de_Fertirrigacion.pdf
- MENDOZA, A. s.f. Riego por goteo. CENTA. Plan de Agricultura Familiar. 90 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ. 2008. La Cañihua. (En línea). Visitado el 7 de julio de 2014. Disponible en: <http://www.https://animalesyplantasdeperu.blogspot.com/2008/02/la-caihua.html>
- MIRANDA, R. 2004. Edafología. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 27 – 29
- MORENO, M. 2005. FERTIRRIGACIÓN. SIAR. Castilla-La Mancha. CREA. 8 p.
- MUJICA, A.; JACOBSEN, S.; ORTIZ, R.; CANAHUA, A.; APAZA, V.; AGUILAR, C.; DUPEYRAT, R. 2002. La cañihua, En la nutrición humana del Perú. U.N.A.-Puno-Perú. CARE Regional Puno. INIA. Centro internacional de la papa. 71 p.
- OCHOA, R. 2007. Diseños Experimentales. UMSA – Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 292 p.
- QUISPE, R. 2003. Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 82 p.
- QUISPE, P. 1999. Efectos de niveles de fertilización orgánica en dos cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Central. Tesis de Grado. UMSA. 71 p.

- RESTREPO, J. 2007. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1ª ed. Managua, Nicaragua. SIMAS. 262 p.
- SANTOS, P.; JUAN, V.; PICORNELL, B.; TARAJUELO, M. 2010. El Riego y sus Tecnologías. Madrid, España. ASCE. 295 p.
- SUASACA, A.; CAMAPAZA, C.; HUANACUNI, T. 2009. Producción, manejo y aplicación de Abonos orgánicos. Puno, Perú. Talvera. 25 p.
- TAPIA, D. 2005. Procesos de la Post-Cosecha y destino de la producción de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) a nivel familiar. Tesis de Grado. UMSS. Cochabamba, Bolivia. 173 p.
- VIDAURRE, R. 2002. Determinación de la época óptima de cosecha en tres cultivares saihua de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de Grado. UMSA. La Paz, Bolivia. 49 p.
- WOODS, A.; EYZAGUIRRE, P. 2004. La cañahua merece regresar. (En línea), visitado el 1 de julio de 2014. Disponible en <http://www.GRAIN--Lacañahuamereceresregresar.htm>
- YZARRA, W.; LÓPEZ, F. (s.f.). Manual de observaciones Fenológicas. SENAMHI. Perú. pp 20.

ANEXOS

Anexo 1. Datos esenciales para el cálculo de Diseño Agronómico del cultivo

CULTIVO: CAÑAHUA

Fecha de siembra	10/10/2013
Distancia entre plantas	0,1 m
Distancia entre surcos	0,5 m
SUELO	
Clase textural	Franco Arcilloso
Profundidad radicular	200 mm
Factor de agotamiento (f)	0,3
Eficiencia de aplicación (Ea)	90 %
Humedad a Capacidad de campo (Ucc %)	23,44 %
Humedad a punto de marchites permanente (Upmp %)	13,11 %
Coeficiente reductor (kr)	70 %

Anexo 2. Duración de la kc y número de días

	DURACIÓN Días	FECHA	kc
Inicio	64	De 10 de Octubre a 2 de Diciembre	0,52
Medio	49	De 3 de Diciembre a 21 Enero	1
Final	14	De 22 de Enero a 4 de febrero	0,7

Anexo 3. Requerimiento de agua del Cultivo

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec.	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	1	Inic	0.52	2.50	2.5	0.7	2.5
Oct	2	Inic	0.52	2.59	25.9	10.0	15.9
Oct	3	Inic	0.52	2.69	29.5	10.3	19.2
Nov	1	Des	0.53	2.88	28.8	8.7	20.2
Nov	2	Des	0.62	3.54	35.4	8.3	27.0
Nov	3	Des	0.74	3.82	38.2	15.7	22.5
Dic	1	Des	0.85	3.93	39.3	25.4	13.9
Dic	2	Med	0.93	3.86	38.6	32.6	6.0
Dic	3	Med	0.93	3.61	39.7	33.3	6.5
Ene	1	Med	0.93	3.30	33.0	35.3	0.0
Ene	2	Med	0.93	3.02	30.2	37.6	0.0
Ene	3	Fin	0.92	3.12	34.3	30.8	3.5
Feb	1	Fin	0.79	2.77	27.7	20.8	6.9
Feb	2	Fin	0.65	2.33	7.0	4.2	0.0
					410.2	273.8	144.0

Fuente: Prog. Cropwat 8.0

Anexo 4. Aprovechamiento del sistema

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Déficit de Precipitación					
1. Cañahua	37.6	69.7	26.3	3.5	6.9
Req. Netos sistema					
en mm/día	1.2	2.3	0.8	0.1	0.2
en mm/mes	37.6	69.7	26.3	3.5	6.9
Area Irrigada	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(% del area total)					
Req.de riego area real	0.14	0.27	0.10	0.01	0.03
(l/s/h)					

Fuente: Prog. Cropwat 8.0

Anexo 5. Datos climáticos en todo el ciclo del cultivo.

MESES	Pp (mm)	T° (°C)	ETo (mm/mes)
OCT	29,20	9,25	127,30
NOV	34,60	10,41	133,53
DIC	111,20	10,71	102,80
ENE	131,40	9,14	90,83
FEB	56,20	9,30	91,30

Anexo 6. Variables de estudio

Anexo. 6.1. Altura de planta entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio (cm)
TESTIGO RIEGO	Lasta N	32,56
	Ecotipo N	35,23
	Condornaira	32,41
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	38,91
	Ecotipo N	41,50
	Condornaira	39,24
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	34,22
	Ecotipo N	37,12
	Condornaira	37,09
F. FLORACIÓN	Lasta N	32,02
	Ecotipo N	33,80
	Condornaira	31,70
A SECANO	Lasta N	32,24
	Condornaira	36,62
	Ecotipo N	34,62

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.2. Cobertura vegetal entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio cm²
TESTIGO RIEGO	Lasta N	20,78
	Ecotipo N	21,04
	Condornaira	21,00
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	22,97
	Ecotipo N	22,89
	Condornaira	23,77
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	18,90
	Ecotipo N	19,52
	Condornaira	21,43
F. FLORACIÓN	Lasta N	18,54
	Ecotipo N	19,10
	Condornaira	19,65
A SECANO	Lasta N	15,01
	Ecotipo N	15,46
	Condornaira	10,80

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.3. Numero de ramas entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio
TESTIGO RIEGO	Lasta N	14,4
	Ecotipo N	14,7
	Condornaira	13,6
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	19,0
	Ecotipo N	14,7
	Condornaira	13,2
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	13,0
	Ecotipo N	15,0
	Condornaira	14,5
F. FLORACIÓN	Lasta N	14,4
	Ecotipo N	15,1
	Condornaira	12,9
A SECANO	Lasta N	11,86
	Ecotipo N	14,57
	Condornaira	10,89

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.4. Diámetro de tallo entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio mm
TESTIGO RIEGO	Lasta N	5,43
	Ecotipo N	5,16
	Condornaira	4,97
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	4,84
	Ecotipo N	4,90
	Condornaira	4,96
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	5,02
	Ecotipo N	5,22
	Condornaira	5,16
F. FLORACIÓN	Lasta N	4,83
	Ecotipo N	5,11
	Condornaira	4,94
A SECANO	Lasta N	4,58
	Ecotipo N	3,98
	Condornaira	4,33

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.5. Días a la inflorescencia entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio Días
TESTIGO RIEGO	Lasta N	63,00
	Ecotipo N	62,00
	Condornaira	62,00
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	63,00
	Ecotipo N	64,00
	Condornaira	63,00
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	61,33
	Ecotipo N	61,33
	Condornaira	64,00
F. FLORACIÓN	Lasta N	63,33
	Ecotipo N	62,00
	Condornaira	64,00
SECANO	Lasta N	69,00
	Ecotipo N	69,00
	Condornaira	69,00

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.6. Días a la floración entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio Días
TESTIGO RIEGO	Lasta N	84,00
	Ecotipo N	89,00
	Condornaira	89,00
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	72,33
	Ecotipo N	72,33
	Condornaira	73,00
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	71,67
	Ecotipo N	74,33
	Condornaira	73,67
F. FLORACIÓN	Lasta N	71,00
	Ecotipo N	72,33
	Condornaira	71,67
SECANO	Lasta N	74,33
	Ecotipo N	73,67
	Condornaira	73,00

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.7. Días a la maduración fisiológica entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio Días
TESTIGO RIEGO	Lasta N	115,67
	Ecotipo N	117,67
	Condornaira	116,33
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	115,67
	Ecotipo N	117,00
	Condornaira	115,00
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	113,00
	Ecotipo N	113,67
	Condornaira	113,67
F. FLORACIÓN	Lasta N	115,67
	Ecotipo N	115,67
	Condornaira	116,33
SECANO	Lasta N	149,00
	Ecotipo N	155,00
	Condornaira	155,00

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.8. Rendimiento del grano entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio Kg/ha
TESTIGO RIEGO	Lasta N	2447,50
	Ecotipo N	1873,06
	Condornaira	1963,61
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	2224,17
	Ecotipo N	2033,06
	Condornaira	1853,06
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	2076,39
	Ecotipo N	1959,72
	Condornaira	2230,00
F. FLORACIÓN	Lasta N	2170,00
	Ecotipo N	1818,61
	Condornaira	1988,89
SECANO	Lasta N	1563,33
	Ecotipo N	1647,50
	Condornaira	1671,67

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.9. Índice de cosecha entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio %
TESTIGO RIEGO	Lasta N	43,10
	Ecotipo N	38,02
	Condornaira	43,27
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	41,03
	Ecotipo N	40,03
	Condornaira	37,13
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	46,39
	Ecotipo N	33,05
	Condornaira	39,01
F. FLORACIÓN	Lasta N	38,78
	Ecotipo N	31,05
	Condornaira	41,71
A SECANO	Lasta N	32,16
	Ecotipo N	34,53
	Condornaira	32,04

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.10. Diámetro del grano entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio mm
TESTIGO RIEGO	Lasta N	1,36
	Ecotipo N	1,36
	Condornaira	1,27
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	1,35
	Ecotipo N	1,34
	Condornaira	1,24
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	1,36
	Ecotipo N	1,35
	Condornaira	1,33
F. FLORACIÓN	Lasta N	1,33
	Ecotipo N	1,43
	Condornaira	1,32
A SECANO	Lasta N	1,33
	Ecotipo N	1,43
	Condornaira	1,32

Fuente: Elaboración propia, 2014

Anexo 6.11. Espesor del grano entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio mm
TESTIGO RIEGO	Lasta N	1,05
	Ecotipo N	1,10
	Condornaira	1,05
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	1,11
	Ecotipo N	1,08
	Condornaira	0,99
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	1,07
	Ecotipo N	1,09
	Condornaira	1,08
F. FLORACIÓN	Lasta N	1,14
	Ecotipo N	1,21
	Condornaira	1,09
SECANO	Lasta N	0,89
	Ecotipo N	0,85
	Condornaira	0,91

Anexo 6.12. Peso de 1000 granos entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio g
TESTIGO RIEGO	Lasta N	0,68
	Ecotipo N	0,60
	Condornaira	0,60
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	0,67
	Ecotipo N	0,64
	Condornaira	0,58
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	0,64
	Ecotipo N	0,66
	Condornaira	0,59
F. FLORACIÓN	Lasta N	0,76
	Ecotipo N	0,68
	Condornaira	0,72
A SECANO	Lasta N	0,65
	Ecotipo N	0,59
	Condornaira	0,67

Anexo 6.13. Peso hectolitrico del grano entre cultivares de cañahua y Fases fenológicas por efecto del fertirriego.

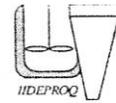
FERTIRRIEGO	CULTIVARES	Promedio
TESTIGO RIEGO	Lasta N	0,55
	Ecotipo N	0,55
	Condornaira	0,55
F. RAMIFICACIÓN	Lasta N	0,54
	Ecotipo N	0,54
	Condornaira	0,55
F. INFLORESCENCIA	Lasta N	0,56
	Ecotipo N	0,55
	Condornaira	0,58
F. FLORACIÓN	Lasta N	0,55
	Ecotipo N	0,55
	Condornaira	0,57
A SECANO	Lasta N	0,56
	Ecotipo N	0,58
	Condornaira	0,56

Fuente: Elaboración propia, 201

Anexo 7. Análisis de laboratorio de muestras de suelo



INSTITUTO DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS
IIDEPROQ



N° IIDEPROQ 047-2014

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	PROYECTO BIODIGESTORES
Responsable de Análisis.	Claudia Daniela Albis Zamora AUX. DE INVESTIGACIÓN IIDEPROQ
Revisión	Ing. Edith Gabriela Guisbert Lizarazu DOCENTE INVESTIGADORA IIDEPROQ
Atención	Proyecto Biodigestores
Fecha de emisión de informe	30 de junio de 2014

RESULTADOS

Muestra	10 Muestras de Tierra
---------	-----------------------

Punto
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10

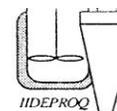
Parámetro	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Método de análisis
pH	8,28	7,09	7,80	6,65	6,40	7,86	7,99	7,54	7,02	7,78	pHmetro THERMO SCIENTIFIC ORION 3 STAR
Humedad [%]	80,6	81,7	79,4	80,4	78,8	71,4	86,8	90,4	93,7	54,2	NMX-AA- 016-1984



Dr. Ing. René Alvarado Apaza
DIRECTOR A.I. IIDEPROQ



INSTITUTO DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS
IIDEPROQ



Nitrógeno [%]	1,44	2,83	1,32	2,02	1,31	2,40	1,06	2,87	6,61	0,91	NMX-AA-24-1984
Fósforo [mg/l]	2,7	2,9	2,2	1,7	3,4	3,3	2,2	1,5	3,2	3	Colorimetría HACH Method 10127
Potasio [mg/l]	7,9	195,2	167	148,0	185,7	167,5	173,0	94,5	233,8	8,9	Espectofotometría De Llama
Calcio [mg/l]	31,4	15,2	14,6	13,4	15,7	220,8	16,8	15,7	26,9	45,9	NMX-K-339-1971
Carbonatos [%]	4,8	3,4	4,6	4,8	4,6	13,9	4,6	3,7	5,0	6,2	NOM-021-RECNAT-2000
Conductividad [µS]	262	68	67	96	62	166	96	46	161	345	Conductivimetro HANNA
Aluminio [%]	23,0	7,9	8,8	4,2	2,4	4,7	7,0	7,4	31,5	3,2	Gravimetrico
Magnesio [mg/l]	22,4	10,8	10,4	9,6	11,2	157,7	12,0	11,2	19,2	32,8	NMX-K-339-1971
Sodio [mg/l]	8,9	178,8	164	160,5	163,8	191,2	164,8	169,8	170	1,8	Espectofotometría De Llama
Materia Organica [%]	1,2	1,0	1,4	2,6	3,5	3,0	3,2	2,2	2,0	0,7	NOM-021-SEMARNAT-2000.pdf - Profepa

Observaciones: Ninguna

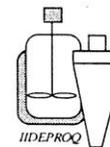

Dr. Ing. René Alvarez Apaza
DIRECTOR a.i. IIDEPROQ



Anexo 8. Análisis de laboratorio de muestras de agua



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS
IIDEPROQ



N° IIDEPROQ INT. 004/2014

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	PROYECTO BIODIGESTORES
Responsable de Análisis.	Claudia Daniela Albis Zamora AUX. DE INVESTIGACIÓN IIDEPROQ
Revisión	Ing. Edith Gabriela Guisbert Lizarazu DOCENTE INVESTIGADORA IIDEPROQ
Atención	Choquenaira
Fecha de muestreo	Realizado por el IIDEPROQ
Fecha de emisión de Informe	12 de mayo de 2014

RESULTADOS

Muestra	3 Muestras de aguas
---------	---------------------

Parámetro	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3	Método de análisis
Sólidos Totales [mg/l]	295,40	282,38	1604,17	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Volátiles [mg/l]	110,18	80,58	33439,5	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Suspendidos Totales [mg/l]	7	0	0,3	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos disueltos [mg/l]	152	100	272	NMX-AA-034-SCFI-2001
pH	7,61	7,7	7,14	pHmetro THERMO SCIENTIFIC ORION 3 STAR
Cloruros [mg/l]	0,0089	0	0,319	NMX-AA-073-SCFI-2001
Sodio [mg/l]	1,652	0,272	0,890	ICP
Conductividad Eléctrica [µS]	353	3,19	19,52	Conductímetro HANNA HI 991300
Dureza [mg/l]	0,26	0,3	2,3	NMX-AA-072-SCFI-2001
Hierro [mg/l]	0,08	0,05	0,04	Colorimetría HACH Method 8008



Dr. Ing. René Álvarez Apaza
 DIRECTOR a.i. IIDEPROQ

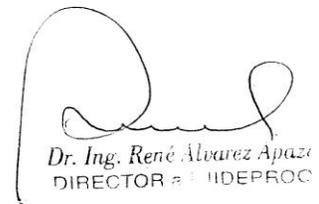


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS
IIDEPROQ



Nitrogeno [mg/l]	2,2	1,5	9,6	Colorimetría HACH Method 10071
Coliformes Totales [mg/l]	17	>100	22	NMX-AA-42-1987
Potasio [mg/l]	8,235	7,111	0,918	ICP
Sulfatos [mg/l]	36,5	44	400	Colorimetría HACH Method 8051
DBO [mg/l]	2,58	1,36	1,65	NMX-AA-028-SCFI- 2001
DQO [mg/l]	458	179	384	Colorimetría HACH Method 8000
Fosforo [mg/l]	0	0,3	0	Colorimetría HACH Method 10127

Observaciones: Ninguna

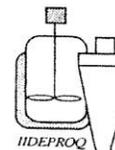

 Dr. Ing. René Álvarez Apaza
 DIRECTOR a.i. IIDEPROQ



Anexo 9. Análisis de laboratorio de muestras de Biol – bovino



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y
 DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS
IIDEPROQ



N° IIDEPROQ 004-2014

INFORME DE ANÁLISIS

Ciente	PROYECTO BIODIGESTORES
Responsable de Análisis.	Claudia Daniela Albis Zamora AUX. DE INVESTIGACIÓN IIDEPROQ
Revisión	Ing. Edith Gabriela Guisbert Lizarazu DOCENTE INVESTIGADORA IIDEPROQ
Atención	Proyecto: <i>Proyecto Biodigestores</i>
Fecha de emisión de informe	15 de septiembre de 2013

RESULTADOS

Muestra	1 Muestra de Biol
----------------	-------------------

Parámetro	PISCINA	Método de análisis
pH	7,13-7,37	pHmetro THERMO SCIENTIFIC ORION 3 STAR
Nitrógeno [mg/l]	215	NMX-AA-24-1984
Fosforo [mg/l]	50	Colorimetría HACH Method 10127
Potasio [mg/l]	956	Espectrofotometría de Llama
Sólidos Totales [%]	1.59	NMX-AA-034-SCFI- 2001APHA
Sólidos Volátiles [%]	61,04	NMX-AA-034-SCFI- 2001

Observaciones: Ninguna

Dr. Ing. René Álvarez Apazo
 DIRECTOR IIDEPROQ

