

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



TESIS DE GRADO

**EFECTO DEL ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO AEROBICO EN LA
PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE QUIRQUIÑA (*Porophyllum ruderale*),
EN INVERNADERO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE
PATACAMAYA**

ELMA XIMENA MITA VILLACORTA

LA PAZ – BOLIVIA

2016

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

EFFECTO DEL ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO AERÓBICO EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE QUIRQUIÑA (*Porophyllum ruderale*), EN INVERNADERO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA.

Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

ELMA XIMENA MITA VILLACORTA

Asesor:

Ing. M.Sc. Eduardo Chilón Camacho.....

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera.....

Revisores:

Ing. MBA. Jonhy César Pánfilo Oliver Cortez.....

Ing. María Cynthia Elizabeth Lara Pizarroso.....

Ing. M.Sc. Carlos López Blanco.....

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador.....

DEDICATORIA:

Al ser supremo del mundo; a mi familia por la comprensión, apoyo y confianza que tuvieron en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía y la Carrera de Ingeniería Agronómica, por la formación profesional, impartida por docentes, auxiliares y administrativos.

A la Estación Experimental de Patacamaya – Universidad Mayor de San Andrés, por haberme brindado sus predios durante la realización del trabajo de investigación.

Mi más profunda gratitud al Ing. M.Sc. Eduardo Chilón Camacho, Ing. Freddy Carlos Mena Herrera, por la orientación, asesoramiento, comprensión y apoyo incondicional para la realización del presente trabajo en campo, en el análisis e interpretación de datos.

Agradecer al tribunal revisor conformado por los profesionales: Ing. MBA. Jonhy César Pánfilo Oliver Cortez, Ing. María Cynthia Elizabeth Lara Pizarroso, Ing. M.Sc. Carlos López Blanco por las correcciones y observaciones realizadas a este trabajo.

Sobre todo a Dios por guiarme en el camino y brindarme la oportunidad de lograr una carrera profesional para ser cada día mejor.

Agradecimientos a todos mis amigos y compañeros que me ofrecieron su amistad desinteresada que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos a quienes recordare siempre.

ÍNDICE GENERAL

	Página
INDICE	i
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE GRAFICOS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. La quirquiña	3
3.2. Taxonomía	3
3.4. Cultivo de la quirquiña.....	5
3.8. Requerimientos edafoclimáticos	7
3.8.1. Suelos.....	7
3.8.2. Densidades de siembra	7
3.8.3. Riego	7
3.11. Ventajas de la planta de quirquiña.....	8
3.13. Absorción de nutrientes de la planta.....	9
3.13.1. Absorción vía foliar	9
3.14. Los abonos orgánicos líquidos.....	10
3.14.2.1. Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)	12
3.14.2.2. Potencialidad del AOLA.....	13
3.15. Importancia de los abonos orgánicos líquidos	13
3.16. Ventajas de los abonos orgánicos líquidos.....	13
3.17. Efecto en el suelo de los abonos orgánicos líquidos	14
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15

4.1.	Localización	15
4.2.	Clima	15
4.3.	Temperatura.....	16
4.4.	Precipitación.....	16
4.5.	Suelos	16
4.7.	Materiales.....	17
4.7.1.	Material biológico.....	17
4.7.2.	Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)	17
4.7.3.	Material de campo	17
4.7.3.1.	Equipos y herramientas.....	17
4.8.	Método	18
4.8.1.	Descripción del ambiente de estudio	18
4.8.2.	Análisis de suelo.....	18
4.8.3.	Preparación del campo experimental	19
4.8.4.	Implementación de sistema de riego por goteo	19
4.8.5.	Registro de temperatura	19
4.8.6.	Labores Culturales.....	20
4.8.7.	Aplicación del Abono Orgánico Líquido Aeróbico	25
4.9.	Diseño experimental	26
4.9.1.	Modelo estadístico.....	26
4.9.2.	Tratamientos.....	27
4.9.3.	Croquis del experimento.....	27
4.9.4.	Características del campo experimental.....	29
4.10.	Variables de respuesta	29
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
5.1.	Descripción de las temperaturas registradas dentro del invernadero durante el desarrollo del cultivo	33
5.2.	Propiedades químicas del abono orgánico líquido aeróbico (AOLA)	34
5.3.	Efectos del AOLA sobre las Variables Agronómicas.....	35
5.3.1.	Altura de la planta.....	35
5.3.2.	Diámetro de tallo.....	36

5.3.3. Número de ramas laterales	37
5.3.4. Número de hojas	39
5.3.5. Ancho de hoja.....	40
5.3.6. Longitud de hoja	41
5.3.7. Peso húmedo por planta.....	43
5.3.8. Peso seco por planta.....	44
5.4. Análisis económico Preliminar	45
7. RECOMENDACIONES.....	49
8. BIBLIOGRAFIA.....	50

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Fenología de la quirquiña.	6
Cuadro 2: Producción del cultivo de quirquiña	6
Cuadro 3: Resultado AOLA C ₁ y AOLA - HL ₁	12
Cuadro 4: Resultado del Análisis físico del suelo.....	21
Cuadro 5: Resultado del Análisis químico del suelo.....	22
Cuadro 6: Análisis químico de AOLA.	34
Cuadro 7: Análisis de varianza para la altura de la planta.	36
Cuadro 8: Análisis de varianza para diámetro de tallo.	37
Cuadro 9: Análisis de varianza para el número de ramas laterales.	38
Cuadro 10: Análisis de varianza para el número de hojas.	39
Cuadro 11: Análisis de varianza para el ancho de hoja.	40
Cuadro 12: Análisis de varianza para longitud de hoja.	42
Cuadro 13: Prueba de medias de Duncan para longitud de hoja	42
Cuadro 14: Análisis de varianza para el peso húmedo de la planta.....	43
Cuadro 15: Análisis de varianza peso seco por planta.....	44
Cuadro 16: Costos de producción y beneficio – costo	46

INDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1: Temperatura máxima, medias y mínima en el invernadero.	33
Gráfico 2: Efecto de AOLA para altura de la planta.....	36
Gráfico 3: Efecto de AOLA diámetro de tallo.....	37
Gráfico 4: Efecto de AOLA para el número de ramas laterales.....	38
Gráfico 5: Efecto de AOLA para el número de hojas.....	39
Gráfico 6: Efecto de AOLA para el ancho de hoja.....	41
Gráfico 7: Efecto de AOLA para el longitud de las hojas.....	43
Gráfico 8: Efecto de AOLA para el peso húmedo de planta de quirquiña.	44
Gráfico 9: Efecto de AOLA para el peso seco de planta de quirquiña.....	45

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Estación experimental de Patacamaya.	15
Figura 2: Infraestructura del invernadero.	18
Figura 3: Termómetro máxima, mínima.	20
Figura 4: Germinación de quirquiña.	23
Figura 5: Cosecha de quirquiña con tijera de podar.	25
Figura 6: Aplicación de AOLA sobre quirquiña.	26
Figura 7: Croquis experimental.	28
Figura 8: Registro de la altura de la quirquiña con la ayuda de una regla.	35

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Resultados de análisis físico – químico de suelo.	55
Anexo 2. Resultados de análisis químico de AOLA.	56
Anexo 3. Metodología de preparación de AOLA	57
Anexo 4. Datos de temperatura obtenidos durante la investigación °C.	58
Anexo 5. Promedio de altura de planta (cm).	59
Anexo 6. Promedio del diámetro de planta día de la cosecha (mm).	60
Anexo 7. Promedio del número de ramas laterales.	60
Anexo 8. Promedio de número de hojas.	61
Anexo 9. Promedio de la longitud de hojas (cm).	61
Anexo 10. Promedio del peso húmedo por planta al día de la cosecha (g).	62
Anexo 11. Promedio del peso seco por planta 15 días después de la cosecha (g).	62
Anexo 12. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 1	63
Anexo 13. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 2	64
Anexo 14. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 3	65
Anexo 15. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 4	66
Anexo 16. Fotografías durante el desarrollo del trabajo de investigación.	67

RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Experimental de Patacamaya, en la provincia Aroma del departamento de La Paz, en la gestión 2016, perteneciente a la facultad de agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

Para el trabajo de investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones y 4 tratamientos, resultantes de tres dosis de AOLA donde se incluyó solo agua como el testigo (0%, 10%, 20%,30%).

La implantación del cultivo se realizó desde la siembra hasta la evaluación de las variables agronómicas, también se procedió hacer un análisis químico de nutrientes del abono orgánico líquido aeróbico. Durante el desarrollo del trabajo de investigación se consideraron las siguientes variables: altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas laterales, número de hojas, ancho de hoja, largo de hoja, peso húmedo de planta, peso seco de planta.

De los resultados que se obtuvieron se puede indicar que el mejor tratamiento son el T₃ (20% AOLA) que presentó con un promedio de 21,829 cm; el diámetro de tallo con 0,29 mm; respecto al número de ramas laterales que presentaron un promedio de 14,62; seguido con el promedio de hojas por planta que obtuvo un 145,14 hojas; con relación al ancho de hojas presenta un promedio de 1,88 cm; en el largo de hoja se observa un promedio de 4,65 cm; el peso húmedo presenta un promedio de 10,24 g; con relación al peso seco de la planta que presenta un valor de 1,60 g, por esto se puede recalcar que tuvieron mejores comportamientos presentando valores altos en relación a las demás concentraciones que fueron inferiores.

En cuanto al análisis económico el tratamiento 3, obtiene un mejor beneficio costo con 1,63, siendo el más recomendable.

SUMMARY

The research was carried out in the Experimental Station of Patacamaya, in the Aroma province of the department of La Paz, in the management 2016, belonging to the faculty of agronomy of the Greater University of San Andrés.

For the research, a completely randomized design (DCA) with 4 replicates and 4 treatments, resulting from three doses of AOLA was used, where only water was included as the control (0%, 10%, 20%, 30%).

The implantation of the crop was carried out from the sowing until the evaluation of the agronomic variables, also a chemical analysis of nutrients of the aerobic liquid organic fertilizer was carried out. During the development of the research the following variables were considered: plant height, stem diameter, number of lateral branches, number of leaves, leaf width, leaf length, wet plant weight, dry plant weight.

From the results obtained it can be indicated that the best treatment is the T3 (20% AOLA) presented with an average of 21.829 cm; Stem diameter with 0.29 mm; With respect to the number of lateral branches that presented an average of 14,62; Followed by the average number of leaves per plant that obtained 145.14 leaves; In relation to the leaf width it presents an average of 1.88 cm; In the leaf length an average of 4.65 cm is observed; The wet weight has an average of 10.24 g; In relation to the dry weight of the plant with a value of 1.60 g, for this reason it can be emphasized that they had better behaviors presenting high values in relation to the other concentrations that were inferior.

As for the economic analysis, treatment 3, obtains a better cost benefit with 1.63, being the most advisable.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el mundo entero, la agricultura orgánica viene adquiriendo gran importancia social por la seguridad que ofrece a la salud humana y al medio ambiente. La agricultura orgánica, propicia la ocupación de mano de obra, permitiendo ingresos a las familias que se dedican a estas actividades.

Una de las estrategias para la producción ecológica es el uso de abonos orgánicos líquidos aeróbico (AOLA) como base del abonamiento orgánico del suelo y la planta. Con esta estrategia no solo se mejora la fertilidad del suelo (física, química y biológica), sino también se fortalece a la planta y se evita el uso de abonos químicos en el suelo.

Los abonos orgánicos líquidos aeróbicos son preparados con técnicas sencillas e ingredientes fáciles de conseguir, en su preparación se requiere un tiempo relativamente corto y su efecto en las plantas es más rápido en relación a otros fertilizantes inorgánicos utilizado en la agricultura convencional.

Bolivia se caracteriza por una producción significativa de plantas hortícolas; sin embargo, tiene poca incidencia en la producción de plantas aromáticas como la quirquiña, esto ocurre entre otros factores por contarse con pocos conocimientos sobre la potencialidad de las plantas aromáticas. El rendimiento y producción de estas plantas está ligada a las técnicas y manejos de optimización de su producción que todavía son poco conocidos, por falta de información básica respecto a su comportamiento agronómico.

La presente investigación, constituye un aporte a la tarea de conservación del suelo y al incremento de la producción hortícola orgánica, para lo cual se realizó la evaluación del efecto del abono líquido orgánico aeróbico (AOLA), en la producción de la quirquiña.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de abono orgánico líquido aeróbico en la producción del cultivo de quirquiña (*Porophyllum ruderale*) en invernadero en la Estación Experimental de Patacamaya.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de quirquiña con la aplicación de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico.
- Evaluar el rendimiento del cultivo de quirquiña con la aplicación de abono orgánico líquido aeróbico.
- Realizar un análisis económico preliminar del cultivo de quirquiña, bajo la fertilización foliar orgánica en ambiente protegido.

3. MARCO TEORICO

3.1. La quirquiña

Según Castro *et al.* (2011), la quirquiña es una planta pertenecientes al género *Porophyllum* que deriva del griego *porus* que significa poro y *phyllon* que quiere decir hoja, debido a la presencia de glándulas en las hojas en la mayor parte de las especies que conforman este género.

La quirquiña es una planta herbácea anual, oriunda de los valles interandinos de Bolivia y Perú. Crece hasta 40 cm de altura. Presenta hojas alternas y opuestas, simples, elípticas, lanceoladas, ligeramente onduladas, crenadas, de color verde grisáceo en el haz y moradas en el envés, con algunas bolsas oleíferas grandes en los bordes de la hoja. Flores en capítulos cilíndricos que llevan 5 filarias oblongas con bolsas oleíferas lineales, numerosas flores de color amarillo que cuando se marchitan aparecen los aquenios negros con un vilano blanco (Ministerio de Desarrollo Sostenible, 2003).

3.2. Taxonomía

Según Rojas (2016), la quirquiña corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

- Dominio: Eucarya
- Reino: Plantae
 - División: Angiospermas
 - Clado: Eudicotiledoneas
 - Clado: Superasteroides
 - Clado: Asteridas
 - Clado: Campanelidas
 - Orden: Asterales
 - Familia: Asteráceas
 - Subfamilia: Asteroideae
 - Tribu: Tageteae
 - Genero: *Porophyllum*
 - Especie: *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.

3.3. Descripción de la planta

Rojas (2016), indica que la quirquiña tiene la siguiente descripción:

Tamaño: La quirquiña es una planta herbácea anual, que alcanza hasta 30 cm de altura.

Tallo: Verde violáceo muy ramificado.

Hojas: Opuestas, lamina de forma oval ligeramente cuneada de 1 a 3 cm de largo por 0,7 a 1,4 ancho, borde de las hojas ligeramente lobulado, envés a la altura de los lóbulos, lleva cicatrices violáceas.

Pecíolo: Tan largo como la lámina.

Inflorescencia: Capítulos alargados de 3 hasta 4 cm de largo por 0,5 a 0,7 cm de ancho, verde violáceos, conformada generalmente de flores tubuladas, protegido por 5 brácteas lanceoladas y borde entero, unidas por sus brácteas a manera de un tubo en una sola filaria, receptáculo reducido, casi plano. Flores del capítulo generalmente tubulosas, ovario ínfero, flores asentadas sobre la misma, casi en igual longitud aproximadamente 1 cm de largo, ligeramente ubicadas en un verticilo en la base de la corola, numerosos pelos que forman un vilano. Corola gamopétala con 5 piezas terminadas en dientes en la parte superior, androceo formado de 5 estambres, ovario ínfero con un estigma bifido.

Fruto: Es una adelgazada cipcela de color verde marrón, en la parte superior lleva una cerdas de vilanos que sirve para dispersar aun en la madurez del fruto permanecen las flores secas en medio del vilano, finamente alargado escabrosas de 1 a 1,5 cm de largo, el ápice lleva numerosos vilanos a manera de cerdas pálido, amarillenta, es escabrosa. Generalmente en la parte central del vilano sostiene restos de la flor tubulada.

3.4. Cultivo de la quirquiña

Cárdenas (1989), señala que el nombre de quirquiña no se sabe si es de origen quechua o aymara, en el diccionario de quechua Lira “kilo” significa fleco y abundante cabezuela.

El autor citado en el anterior párrafo, menciona que la quirquiña es una planta herbácea de pie leñoso; sus hojas son fuertemente aromáticas de un color verde oscuro y sus tallos púrpuras.

3.5. Distribución y cultivo

Del Carmen (2015), indica que la quirquiña es distribuida en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay, Perú, Uruguay, conocida con diferentes nombres como kilkiña, quilquiña, quillquiña, quirquiña (del quechua killkiña). Pápaloquelite, pápalo (México). Árnica, erva fresca, cravo de urubo (Brasil).

El Ministerio de desarrollo sostenible (2003), señala que la quirquiña actualmente es cultivada en muchos lugares de la llanura y de los valles de Bolivia. Esta especie es cultivada por algunos agricultores en sus parcelas para uso familiar y por otros para la venta en ferias locales.

El mismo autor menciona que solamente se puede propagar a partir de semillas. Se debe sembrar de forma directa al lugar definitivo en surcos o hileras, en suelos bien mullidos y abonados.

3.6. Fenología de la quirquiña

Según Rojas (2016), la quirquiña presenta la siguiente fenología (cuadro 1).

Cuadro 1: Fenología de la quirquiña.

FASE	ETAPAS	DIAS
Vegetativa	Emergencia	7 - 10
	Dos hojas verdaderas	12 - 14
	Cuatro hojas verdaderas	18 - 21
	Seis hojas verdaderas	25 - 28
Reproductiva	Ramificación	45 - 49
	Inicio de botones florales	55 - 60
	Floración	65 - 67
Maduración	Maduración de semilla	75 - 84

Fuente: Rojas (2016).

3.7. Producción del cultivo de quirquiña en Bolivia

Villegas (2006), menciona que los alimentos como la Huacataya, Quirquiña, Achojcha, Tomate, Papalisa son más producidos en la región de Cochabamba.

Según el Instituto Nacional de Estadística (2013), Cochabamba es el mayor productor de quirquiña con una superficie de 23.23 Ha; con una cantidad de 1429,10 quintales anuales, seguidos de los departamentos de Santa Cruz y Beni como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2: Producción del cultivo de quirquiña

Departamento	Superficie Total (Ha)	Cantidad Cosechada en Qq
Cochabamba	23,23	1429,10
Santa Cruz	1,56	91,63
Beni	0,78	0,35
Pando	0,16	0,00
Oruro	0,16	8,20
Potosí	0,03	5,86

Fuente: INE (2013).

3.8. Requerimientos edafoclimáticos

3.8.1. Suelos

Según el Ministerio de Desarrollo Sostenible (2003), la quirquiña es una planta rústica que se puede desarrollar en suelos pedregosos y lugares escarpados. No es exigente en cuanto al tipo de suelos, pero es recomendable sembrar en los mejores suelos, profundos con buen contenido de materia orgánica, de humedad moderada y buen drenaje para lograr rendimientos óptimos.

La quirquiña puede desarrollarse en suelos con textura franco y franco arenosos con gran materia orgánica, la cual facilita el mantenimiento de la humedad. La planta resiste la humedad pero no la sequía.

3.8.2. Densidades de siembra

El Ministerio de Desarrollo Sostenible (2003), señala que la quirquiña solamente se puede propagar a partir de semillas. Se debe sembrar de forma directa al lugar definitivo en surcos o hileras bien mullidos y abonados. La distancia de surco a surco debe ser de 50 cm.

3.8.3. Riego

No se debe plantar en un suelo seco, se debe regar el suelo unos días antes de plantar. Las dos primeras semanas debe existir una humedad constante en el suelo, mediante el riego frecuente, teniendo en cuenta de no encharcarlo.

3.9. Prácticas culturales

Según el Ministerio de Desarrollo Sostenible (2003), el cultivo de esta especie merece una atención muy cuidadosa, raleo permanentes ayudan a lograr un crecimiento

uniforme y vigoroso del tallo y de las hojas. Es necesario realizar desyerbes y carpidas, por lo menos alrededor de las filas, cuantas veces sea necesario, especialmente cuando las plantas jóvenes alcanzan los quince días por lo menos. Las malezas y mucha sombra perjudican el crecimiento e incluso ocasionan la muerte de los plantines.

3.10. Cosecha beneficiado

Para uso culinario, toda la planta es cortada cuando aparecen las primeras flores (45 a 50 días), luego se procede al secado a la sombra a una temperatura inferior a 40 °C para evitar el ennegrecimiento (Ministerio de Desarrollo Sostenible 2003).

3.11. Ventajas de la planta de quirquiña

Según Celestino (2004), las ventajas de esta planta son las siguientes:

- Todas las plantas mejoran la calidad del aire (O₂).
- Proporciona una dieta con nutrientes.
- Principios activos que pueden ser cura de enfermedades.
- Uso en medicina preventiva.
- La mayoría son plantas de bajo porte que requiere poco espacio.
- El cultivo no requiere grandes inversiones.

3.12. Usos de la quirquiña

3.12.1. Usos Culinarios

El Ministerio de Desarrollo Sostenible (2003), señala que la quirquiña es un buen aderezo en la salsa picante denominada "Ilaj'wa" (salsa acompañada de tomate y locoto), también sirve como aromatizante en alimentos embutidos y en la comida tradicional boliviana y que solo se usan las hojas de esta planta.

Cárdenas (1987), menciona que la quirquiña es una especie utilizada en la alimentación, especialmente las hojas en ensaladas y llajwa, en infusión es empleada para el dolor de estómago.

3.12.2. Usos en la medicina tradicional

El proyecto de desarrollo comunitario (2016), señala que la quirquiña tiene propiedades medicinales utilizadas en medicina tradicional, preparando una infusión con las hojas secas y trituradas, para el tratamiento de las enfermedades de los pulmones, anginas e inflamación de garganta.

Mollinedo (2001), señala que de la quirquiña se extraen aceites esenciales debido a su importancia en la elaboración de perfumes, cosméticos, dentífricos, licores, bebidas, repostería, condimentos, medicamentos, etc.

El autor mencionado en el anterior párrafo, señala que los aceites esenciales de la quirquiña tienen una composición muy compleja que no ha sido descrita con claridad por ser una especie no muy requerida en la industria.

Rada (2012), señala que las quirquiña aportan aceites esenciales que nos ayudan a la absorción de vitaminas solubles como la A, E, D y K.

Servicio nacional de propiedad intelectual (2011), señala que la marca DIFRUT de La Paz se encarga de elaborar productos a base de hojas de quirquiña, deshidratando las hojas para su comercialización.

3.13. Absorción de nutrientes de la planta

3.13.1. Absorción vía foliar

Pérez (1997), señala que las plantas son capaces de absorber nutrientes por medio de sus partes verdes, sobre todo por las hojas a través de sus estomas, donde los nutrientes tienen que estar en disoluciones. La absorción de los elementos nutrientes suele ser por las hojas.

Los nutrientes que se aportan por vía foliar son de efecto rápido, pero poco duraderos, por lo que hay que repetir las aplicaciones. La fertilización foliar es más de carácter complementario y no es sustituto de la fertilización del suelo. Por otro lado, la facilidad de absorción varía según el tipo de planta o cultivo. Las hojas jóvenes absorben mejor que las viejas (Sánchez, 1979).

3.13.2. Absorción vía suelo

Graetz (2000), indica que la planta absorbe nutrientes a través de las raíces, los tallos y las hojas. No obstante la mayor absorción se efectúa por medio de las raíces donde los pelos absorbentes son los que realizan la más intensa absorción. Las raíces viejas han perdido la habilidad de captar los nutrientes y sirven más para transportar elementos hacia la parte alta de la planta.

Las raicillas más pequeñas del sistema radicular de las plantas tienen como órgano funcionales los pelos absorbentes, que son células alargadas de la epidermis, que están encargadas del papel activo de la absorción de los nutrientes de la solución del suelo (Morales, 1987).

3.14. Los abonos orgánicos líquidos

Son los componentes líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica y aeróbica de los estiércoles, funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Se ha vuelto imprescindible la presencia del abono orgánico en el suelo por ser un mejorante de la estructura del suelo, favorecer la capacidad de retención de nutrientes, de agua y de aire (Aguirre, 1963).

El mismo autor menciona que los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos; así como diversos activadores de crecimiento y fitohormonas, estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

3.14.1. Abonos orgánicos líquidos anaeróbicos (BIOL)

Suasaca *et al.*, 2009, señala que el abono foliar orgánico líquido, es el resultado de la descomposición de los animales y vegetales: guano, rastrojo etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolos más vigorosas y resistentes.

Agruco (1998), por su parte señala que los abonos orgánicos pueden considerarse como base de la fertilización ya que al componerse de residuos vegetales y animales contiene sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. El nitrógeno de estos abonos se mineraliza paulatinamente siendo una fuente lenta y continúa de este elemento evitando así su pérdida.

Uribe (2003), señala que los Biofermentos (anaeróbicos), son preparados a base de melaza, excretas, suero de leche y microorganismos, y se produce la transformación de los desechos a través de la fermentación anaeróbica, obteniéndose un biofertilizante líquido utilizado ampliamente por los agricultores. El proceso de fermentación causa una caída drástica del pH y así junto con la escasa disponibilidad de oxígeno condiciona la flora microbiana capaz de crecer en estas condiciones.

3.14.2. Abonos orgánicos líquidos aeróbicos

Chilon (2015), en una investigación con un método aeróbico, y con sustratos orgánicos pre - humificados, logró la obtención de un abono orgánico líquido aeróbico al que denominó AOLA, y en su experimento en producción vegetal encontró que abono

líquido aeróbico AOLA C₁ (con sustrato compost), presenta mejores cualidades en relación al abono líquido obtenido con el sustrato humus de lombriz (cuadro 3).

Cuadro 3: Resultado AOLA C₁ y AOLA - HL₁

AOLA C₁ (con sustrato compost)	AOLA - HL₁ (con sustrato de lombriz)
30 mg N-NO ₃ /litro	4,4 N-NO ₃ /litro
13 mg P-PO ₄ /litro	16 mg P-PO ₄ /litro
439 mg K/litro	54 mg K/litro

Fuente: Chilon (2015).

En base a los datos de laboratorio y la evaluación cromatográfica de Pfeiffer, estableció que el AOLA C₁ (con sustrato compost¹), es un abono de buena calidad y que el AOLA-HL₁ (con sustrato humus de lombriz) es un abono orgánico de calidad moderada.

También evaluó el efecto del abonamiento foliar de AOLA C₁, en tres dosis 10%, 20% y 30%, en los cultivos de acelga, espinaca y lechuga en macetas experimentales; las tres plantas respondieron mejor a la proporción 20%, con un mejor prendimiento por planta, mayor altura de planta y mayor biomasa foliar; sólo la lechuga respondió mejor a la proporción 10%, posiblemente por ser una planta de corto período vegetativo y más exigente en nutrientes disponibles.

3.14.2.1. Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)

El abono orgánico líquido aeróbico (AOLA), se obtiene por la transformación microbial con presencia de oxígeno, de sustratos pre - humificados caso del compost, humus, estiércol fermentado y otros abonos orgánicos sólidos; el proceso del metabolismo de sustancias orgánicas nutritivas y sanitarias, con la intervención y reproducción de bacterias y otros organismos en un medio aeróbico, favorecen la producción de cultivos, la fertilidad de los suelos y la biorecuperación de suelos contaminados (Chilon, 2015).

¹ El compost resultó un excelente sustrato orgánico para la obtención del abono orgánico líquido aeróbico AOLA. Detalles en artículo sobre compostaje altoandino www.ibepa.com

3.14.2.2. Potencialidad del AOLA

Chilon, (2015) señala que el abono AOLA, por sus características físicas, químicas y biológicas presenta un alto potencial para la producción agrícola, en forma de abono foliar, bio riego o riego - orgánico, también como una fuente de sanidad vegetal, y como reforzador orgánico en la bio recuperación de suelos contaminados.

3.15. Importancia de los abonos orgánicos líquidos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligado a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más se están utilizando en los cultivos intensivos. No se puede olvidar la importancia que tiene en mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo (Kolmans, 1996).

Sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la nutrición de las plantas, también para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir a los fertilizantes químicos altamente dañinos, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los campesinos, haciéndolos cada vez más pobres (Restrepo, 2002).

3.16. Ventajas de los abonos orgánicos líquidos

Según Restrepo (2002), las ventajas del uso de estos productos orgánicos son:

- Utilización de los recursos fáciles de conseguir
- Inversión muy baja (tanques o barriles de plástico, mangueras, etc.)
- Se observa resultado a corto plazo.
- El aumento a resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades.

- El mejoramiento y conservación del medio ambiente y protección de los recursos naturales incluyendo la vida del suelo.
- Finalmente economizan energía, aumentan la eficiencia de los micronutrientes aplicados en los cultivos y bajan los costos de producción, por lo que aumenta la rentabilidad y recuperan los suelos degradados.

3.17. Efecto en el suelo de los abonos orgánicos líquidos

Restrepo (2002), señala que los efectos que se manifiestan en el suelo son:

- El mejoramiento de la biodiversidad, bioformación del suelo, la actividad y la cantidad microbiana (coevolución biológica del suelo).
- Mejoramiento de la estructura, la profundidad de los suelos y aumento de la capacidad de intercambio catiónico CIC.
- Mejoramiento de los procesos energéticos de las plantas a través de las raíces y su relación con la respiración y la síntesis de ácidos orgánicos.
- Estimula la formación de ácidos húmicos de gran utilidad para la salud del suelo y los cultivos.
- Finalmente, debido a las características altamente quelantes que poseen, facilitan la nutrición equilibrada del suelo y maximizan el aprovechamiento mineral por los cultivos.

3.18. Aplicación y usos de Abonos Líquidos Orgánicos

Según Villegas (2004), los abonos líquidos generalmente se aplican foliarmente, aunque también pueden ser aplicados al suelo, a la semilla y/ o a la raíz.

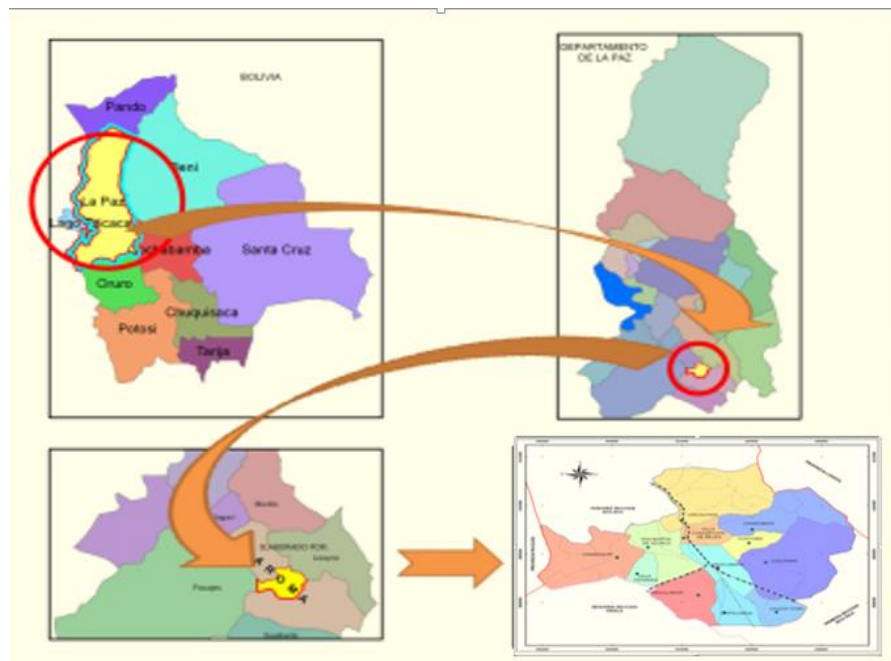
El mismo autor menciona que pueden ser utilizados en una gran diversidad de plantas sean de ciclo corto, anuales, bienales y perennes en gramíneas forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales. Su utilización en el follaje no debe ser pura, sino en diluciones, recomendada.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental de Patacamaya, Ex IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria) perteneciente a la facultad de Agronomía de la UMSA, geográficamente está ubicada a una altura promedio de 3796 msnm, en las coordenadas 67°56'38,20" Longitud Oeste y 17°15'41,15" Latitud Sur, a una distancia de 101 km desde la ciudad de La Paz.

Figura 1: Estación experimental de Patacamaya.



Fuente: Plan Desarrollo Municipal Patacamaya (2012 - 2016).

4.2. Clima

La región de Patacamaya se caracteriza por presentar dos tipos de épocas climáticas, la época seca que comprende los meses de abril a septiembre, y la época húmeda que comprende los meses de octubre hasta marzo (Plan Desarrollo Municipal Patacamaya, 2007 - 2011).

4.3. Temperatura

La temperatura media anual de la zona es de 11,2 °C con una mínima media de 0,8 °C en los meses de abril a junio y una media máxima de 17,9 °C registrada en los meses de octubre a noviembre (Cruz, 2009).

4.4. Precipitación

Las precipitaciones se presentan desde septiembre a marzo, con mayor cantidad e intensidad en enero alcanzando los 102,2 mm promedio. Las de menor cantidad e intensidad se presenta en los meses de mayo a agosto (Plan de Desarrollo Municipal Patacamaya, 2007 - 2011).

4.5. Suelos

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Patcamaya (2007 – 2011) Los suelos de Patacamaya tienen la particularidad de ser homogéneos debido a su origen fluviolacustre.

El contenido de materia orgánica es bajo; los suelos presentan las siguientes características: Textura franco arcillosa, con pH ligeramente básico a neutro, la profundidad de la capa arable es de 30 a 45 cm, la humedad del suelo es baja, razón por la cual la agricultura que se practica es en condiciones de secano.

4.6. Fauna

El Plan de Desarrollo Municipal de Patcamaya (2007 – 2011), la biodiversidad de animales, depende de las características ecológicas del hábitat, en Patacamaya, existen diferentes especies los cuales se encuentran adaptadas a las inclemencias del tiempo (poca precipitación, frío) y la producción limitada de forrajes.

4.7. Materiales

4.7.1. Material biológico

En el presente trabajo de investigación se empleó dos onzas de semilla de quirquiña (*Porophyllum ruderale*), obtenidos de la semillera la “Espiga”. (Anexo 16)

4.7.2. Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)

Como material de abonamiento se utilizó el AOLA (abono orgánico líquido aeróbico), provenientes de sustratos orgánicos como el compost que es el insumo principal.

El AOLA utilizado fue proporcionado por el Laboratorio de Biofertilidad de suelos, de la Materia de Fertilidad de suelos de la Carrera de Agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés (Anexo 3).

4.7.3. Material de campo

4.7.3.1. Equipos y herramientas

- Picota
- Pala
- Chuntilla
- Rastrillo
- Termómetro máxima mínima
- Estacas
- Letreros de identificación
- Regla
- Cinta métrica
- Flexo
- Vernier
- Balanza digital
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora

4.8. Método

4.8.1. Descripción del ambiente de estudio

El estudio se desarrolló en la infraestructura de producción de hortalizas de la Carrera de Ingeniería Agronómica, UMSA; que presenta las siguientes características: invernadero tipo doble agua, pared de cristal, con una ventana, soportes de fierro, cubierta de calamina plástica y una puerta. El área de ensayo destinado fueron dos bandejas de un área aproximada de 22 m² en el alero derecho y centro.

Figura 2: Infraestructura del invernadero.



Fuente: Álbum de fotografías elaboración propia.

4.8.2. Análisis de suelo

Se procedió a tomar muestras de la capa arable del suelo a una profundidad de 5 a 15 cm con el método de zig - zag de cada bloque teniendo como resultado 9 muestras del área total del experimento, las cuales fueron mezcladas, cuarteadas, hasta obtener un kilo de muestra de suelo; posteriormente fueron enviadas al laboratorio de IBTEN en el cual se analizaron las propiedades físico - químicas del suelo (Anexo 1).

4.8.3. Preparación del campo experimental

La preparación del suelo consistió en el desmalezado y la remoción a una profundidad aproximada de 30 cm mediante el uso de herramientas manuales; posteriormente el desterronado, mullido y emparejado, teniendo como resultado un suelo preparado para que las plantas trasplantadas tengan suficiente aireación y mayor captación de agua. Se hizo el cambio de suelo en este ambiente, puesto que el anterior suelo no era un suelo apto para este cultivo, procediendo hacer un análisis físico – químico del suelo actual.

4.8.4. Implementación de sistema de riego por goteo

En el área de estudio se implementó un sistema de riego por goteo con un diámetro de 0,15 m entre cada gotero, esto para tener un óptimo riego; la frecuencia de esta fue de acuerdo a la humedad del suelo.

4.8.5. Registro de temperatura

Para el registro de la temperatura dentro del invernadero se utilizó un termómetro de máxima y mínima, instalado al centro del área del cultivo a una altura de 40 cm lo que permitió registrar datos de temperatura sin ser afectado con la temperatura del suelo, cuidando que las plantas crezcan de manera óptima, también se procedía abrir ventanas para ventilar las plantas. Los datos registrados indicaron una temperatura máxima en el mes de marzo y abril de 30 °C, y temperatura mínima en el mes de febrero con 28 °C.

Figura 3: Termómetro máxima, mínima.



Fuente: Álbum fotográfico (2016).

4.8.6. Labores Culturales

- Remoción del suelo

La preparación del suelo cambiado se realizó de manera manual con ayuda de una pala, una picota y rastrillo, luego se procedió al llenado de las bandejas con suelo de campo abierto, haciendo una remoción lo más homogéneo posible, retirando las piedras y restos de raíces existentes en cada bandeja de altura de 30 cm para proceder con la siembra de la quirquiña.

Para este proceso se realizó el muestreo correspondiente del suelo; posteriormente sus propiedades físico – químicos, mediante el análisis en el laboratorio del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear IBTEN.

En el cuadro 4, se observa que el suelo donde se llevó a cabo el ensayo de acuerdo al triangulo textural presenta una clase textural franco (F), con un contenido de 46% de arena, 24% de arcilla, 30% de limo y 8,6% de grava; estos parámetros indican que se trata de un suelo áspero y pegajoso al tocar con los dedos. También indica que al mirar

en la palma de la mano se ve un poco de brillo (limo), forma una bola que se destruye con poca presión (Miranda, 2004).

Cuadro 4: Resultado del Análisis físico del suelo.

Parámetro	Resultados	Unidades
TEXTURA		
Arena	46	%
Arcilla	24	%
Limo	30	%
Clase textural	Franco	-
Grava	8,6	%

Fuente: IBTEN (2015).

Por medio del análisis químico del suelo podemos indicar que el suelo antes de la siembra contaba con: materia orgánica de 4.13%, correspondiente a un nivel alto; potasio con un valor de 0.2 considerando como un nivel medio para la planta; el nitrógeno total presentó un valor de 0,23%, mostrando un contenido alto de este elemento; la concentración de fósforo fue de 202.02 ppm, es un valor alto, es decir, mayor a 14 ppm del rango de clasificación de acuerdo a la interpretación del status de la fertilidad de suelos (Chilon, 1997). El alto valor de fósforo indicaría residuos de fertilizantes aplicados en años anteriores.

Según el análisis del suelo se tiene una conductividad eléctrica de 1.351 mmhos/cm, el cual es menor de 2 mmhos/cm, por tanto no se tiene problemas de sales. Con un pH altamente básico de 7.74, que se halla dentro los parámetros de 7.4 a 7.8, siendo adecuado para el cultivo. Referente a la capacidad de intercambio catiónico; el análisis del suelo muestra un CIC medio de 18.75meq/100 gr S° (Cuadro 5).

Cuadro 5: Resultado del Análisis químico del suelo.

CARBONATOS LIBRES		
Parámetro	Resultados	Unidades
pH en agua 1:5	7.74	-
C.E. en agua, 1:5	1.351	-
CATIONES DE CAMBIO		
Potasio	0.2	meq/100g
CIC	18.75	meq/100g
Saturación básica	99.5	%
Materia orgánica	4.13	%
Nitrógeno Total	0.23	%
Fósforo asimilable	202.02	ppm

Fuente: IBTEN (2015).

- Siembra

La siembra se llevó a cabo el 15 de febrero, en forma manual con una densidad de 15 cm de distancia entre plantas y entre surcos. Se realizó con la apertura de hoyos pequeños, en los cuales se introdujeron las semillas de quirquiña.

- Germinación

La quirquiña germinó aproximadamente a las dos semanas de la siembra como se observa en la figura 4, con un riego constante. En esta etapa se regó día por medio de acuerdo a la humedad del suelo. Este cultivo requiere bastante humedad para acelerar su germinación.

Figura 4: Germinación de quirquiña.



Fuente: Álbum fotográfico (2016).

- Riego

La quirquiña no soporta sequías, por tanto, se tiene que garantizar riegos frecuentes para mantener la humedad del suelo; durante el trasplante, el riego debe ser diario hasta iniciar la brotación de los plantines, pero se debe tener cuidado de solo regar lo necesario.

Un sistema de riego adecuado garantiza una producción óptima, mientras que un riego no adecuado baja el rendimiento.

En el presente trabajo se realizó el riego por goteo con un intervalo de 3 – 4 días en función de la humedad del suelo.

- Trasplante

El trasplante se realizó cuando los plantines alcanzaron una altura de 3 cm con dos hojas, a las tres semanas después de la siembra en los espacios vacíos donde las semillas no emergieron.

El trasplante fue realizado manualmente, escogiendo las mejores plantas para lo cual se abrieron hoyos pequeños para poner la raíz lo más recto posible, luego se acomodó la tierra presionando alrededor de la raíz evitando bolsones de aire.

Después del trasplante se realizó un riego abundante, evitando encharcamientos para que las plantas se revitalicen y puedan facilitar un prendimiento más rápido.

- Deshierbe

Los deshierbes fueron realizados según la presencia de malezas para evitar la competencia de nutrientes, de luz y agua. Se efectuó en forma manual, extrayendo y eliminando malezas tales como: diente de león (*taraxacum officinale*).

- Plagas

Entre las plagas se encontró las hormigas rojas (*Atta sp.*), que atacan principalmente la base del cuello de la planta, haciendo que caigan o mueran por marchitez.

- Cosecha

La cosecha se realizó en el momento que aparecieron los primeros botones florales, que es un indicador importante para el aprovechamiento de este cultivo. Se realizó el día 30 de abril, durante la mañana, antes del medio día para evitar la presencia del rocío, la altura de corte fue a 3 cm del suelo aproximadamente con ayuda de la tijera de podar (Figura 5).

Figura 5: Cosecha de quirquiña con tijera de podar.



Fuente: Álbum fotográfico (2016).

4.8.7. Aplicación del Abono Orgánico Líquido Aeróbico

Para la aplicación del abono orgánico líquido aeróbico (AOLA) se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- La aplicación del abono orgánico líquido aeróbico (AOLA) fue por vía foliar al cultivo de quirquiña, previamente diluido en las dosis experimentales.
- Las aplicaciones se realizaron a primeras horas de la mañana de 7 – 10 am. porque a estas horas se produce la apertura de los estomas facilitando la absorción de los nutrientes presentes en el abono orgánico líquido aeróbico.
- Se aplicó de forma manual con ayuda de un aspersor de para cada tratamiento.

Figura 6: Aplicación de AOLA sobre quirquiña.



Fuente: Álbum fotográfico (2016).

- Frecuencia de aplicación

La frecuencia de aplicación se la realizó cada 7 días de la semana, efectuándose en 8 oportunidades. El primero se realizó en la siembra para poder determinar el porcentaje de germinación y el segundo se la aplicó a las 3 semanas después para impulsar el crecimiento de las mismas y las siguientes aplicaciones en forma semanal.

4.9. Diseño experimental

El diseño experimental que se aplicó en el presente trabajo de investigación, fue el diseño completamente al azar (DCA).

Los cuales fueron sorteados al azar, con la finalidad de hacer la distribución de los tratamientos más dispersos obteniendo de esta manera cuatro tratamientos y tres repeticiones, para un total de doce unidades experimentales (Arteaga, 2012).

4.9.1. Modelo estadístico

En el ensayo de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico en el cultivo de quirquiña, se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo.

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{i(j)}$$

Dónde:

X_{ij} = Observación del i-ésimo tratamiento en la j-ésimo repetición

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{i(j)}$ = Error experimental

4.9.2. Tratamientos

Se plantea los siguientes factores de estudio:

T₁ = testigo 0% de concentración (SOLO AGUA).

T₂ = 10% de concentración (10 litros AOLA: 90 litros agua).

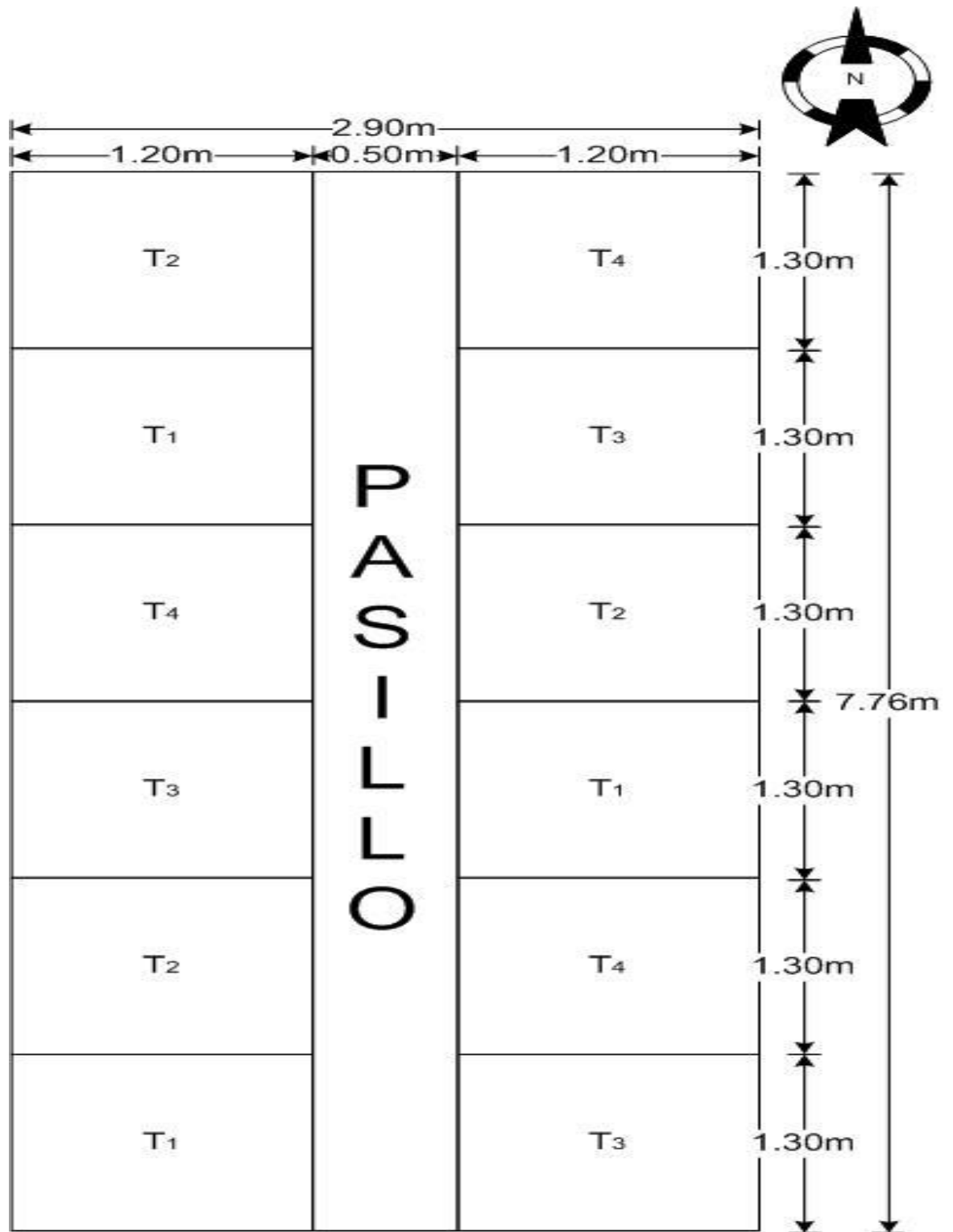
T₃ = 20% de concentración (20 litros AOLA: 80 litros agua).

T₄ = 30% de concentración (30 litros AOLA: 70 litros agua).

4.9.3. Croquis del experimento

La distribución de las unidades experimentales del estudio se presenta en la figura 7.

Figura 7: Croquis experimental.



Fuente: Elaboración propia (2016).

4.9.4. Características del campo experimental

Área total del ensayo: 18,72 m²

Largo área experimental: 7,76 m

Ancho área experimental: 1,20 m

Largo de la unidad experimental: 1,30 m

Ancho de la unidad experimental: 1,20 m

Ancho de pasillo: 0,50 m

Área por unidad experimental: 1,56 m²

Distancia entre hileras: 0,15 m

Distancia de plantas: 0,15 m

Número de plantas por hilera: 8

Número de plantas por unidad experimental: 72

Número total de plantas del área experimental: 864

4.10. Variables de respuesta

Las variables de respuesta tomados en cuenta en el trabajo de investigación fueron:

- Variables agronómicas

- Altura de planta (cm)

La altura de la planta se midió en centímetros (cm) con una regla desde la base de la planta hasta el ápice de la planta, cada 7 días hasta la cosecha.

- Diámetro de tallo (mm)

El diámetro de los tallos de la quirquiña fueron medidas con un vernier, el día de la cosecha.

- Número de ramas por planta

Para esta variable se contabilizó el número de ramas laterales del tallo principal.

- Número de hojas

La medición de esta variable de respuesta se lo realizó contando todas las hojas presentes en las plantas muestreadas, sin tomar en cuenta las hojas muertas en la base de la planta.

- Ancho de hojas (cm)

La medición del ancho de la hoja, fue tomada en centímetros (cm), cada 7 días en la parte media de la hoja para tener un punto de referencia en todas las hojas medidas.

- Longitud de hojas (cm)

La medición se la realizó de la misma manera que la anterior variable de respuesta, en centímetros desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma.

- Peso húmedo por planta (g)

Se realizó después de la cosecha, realizando el pesaje en gramos con ayuda de una balanza analítica.

- Peso seco por planta (g)

Previamente se secaron las plantas en un ambiente sombrío para luego procederlos a pesar con la balanza digital.

- Variables de análisis económico preliminar

El análisis económico se realizó con el fin de identificar la dosis de AOLA que más beneficios puedan otorgar al agricultor en términos económicos. Todos los datos de producción como mano de obra, siembra, etc. Fueron calculados para una superficie de 1000 m² con los rendimientos obtenidos por cada dosis de AOLA.

- Ingreso Bruto

También llamado beneficio bruto, para este cálculo se realizó multiplicado por precio del producto.

$$\mathbf{IB = R \times PP}$$

Donde:

IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento

PP = Precio del producto

- Costo variable (CV)

Son la suma que varía de una alternativa a otra, relacionado con los insumos, mano de obra utilizados en cada tratamiento.

- Beneficio Neto

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CP).

$$\mathbf{BN = IB - CP}$$

Donde: BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CP = Costo de producción

- Relación Beneficio/Costo

Terrazas (1990), indica que la relación beneficio/costo sirve para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamientos alternativo y generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada.

La relación beneficio/costo es la relación que existe entre el ingreso brutos (IB), sobre los costos de producción (CP).

$$\mathbf{B/C = IB/CP}$$

Donde: B/C = Beneficio/costo

IB = Ingreso bruto

CP = Costos de producción

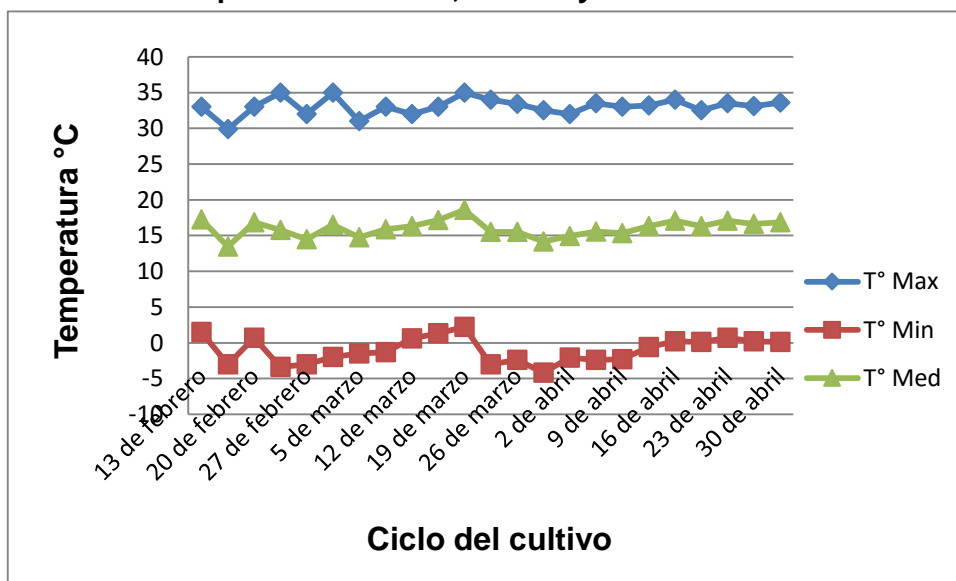
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta los resultados de las variables estudiadas a fin de conocer el efecto del AOLA (Abono orgánico líquido aeróbico) en la producción del cultivo de quirquiña bajo condiciones atemperadas.

5.1. Descripción de las temperaturas registradas dentro del invernadero durante el desarrollo del cultivo

Las temperaturas máximas durante los meses de marzo - abril fueron las mismas y oscilaron alrededor de 32,57 °C. La temperatura del mes de febrero fue ligeramente menor con 32,0 °C en promedio, debido a la baja que presenta ese mes por las lluvias y ventarrones; por otra parte, las temperaturas durante el día y la noche fueron variando, tanto por el incremento del calor como la pérdida del mismo, como se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1: Temperatura máxima, medias y mínima en el invernadero.



Fuente: Elaboración propia (2016).

La temperatura mínima promedio se registró en el mes de febrero con $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y marzo que alcanzó $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. A partir de este último mes comenzó a llegar a una temperatura de $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, vale decir en abril.

5.2. Propiedades químicas del abono orgánico líquido aeróbico (AOLA)

En el cuadro 6 se presenta los resultados del análisis del AOLA, y se puede observar los resultados obtenidos del análisis químico del AOLA (IBTEN, 2015) detalladamente en el anexo 2.

Cuadro 6: Análisis químico de AOLA.

Parámetro	Resultado	Unidades
Nitrógeno	0.04	g/l N
Fosforo	0.146	g/l P
Potasio	0.289	g/l K
Carbono Orgánico	0.019	%
pH	6.19	-
Conductividad eléctrica	2.37	mS/cm
Nitrógeno - Nitratos	9.54	mg/l N – NO ₃
Densidad	1.05	g/ml

Fuente: IBTEN (2015)

El análisis químico del abono líquido AOLA que se utilizó en el experimento (cuadro 6), muestra que presentó un pH de 6.19 que corresponde a una calificación de pH neutro, siendo apto para el cultivo de quirquiña. La conductividad eléctrica fue 2.37 mS/cm que sin embargo en la difusión que se realiza para su aplicación a la planta, su valor disminuye; La materia orgánica fue de 0.019 %; el nitrógeno fue de 0.04 g/l; el fósforo fue de 0.146 g/l; y el potasio tuvo 0.289 g/l. Estos valores dan cuenta que se trata de un abono orgánico líquido aeróbico de buena calidad y bastante adecuada para su uso de abono foliar.

5.3. Efectos del AOLA sobre las Variables Agronómicas

5.3.1. Altura de la planta

En la figura 8, se puede observar que la altura de la planta fue medida con una regla metálica, desde la base del cuello de la planta hasta el ápice apical del tallo principal.

Figura 8: Registro de la altura de la quirquiña con la ayuda de una regla.



Fuente: Álbum de fotografías elaboración propia (2016).

En la evaluación de este variable, la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación de una dosis del (20%) de concentración de abono líquido orgánico aeróbico (tratamiento T₃), con una altura de planta de 21.82 cm en promedio. El cuadro 7, análisis de varianza (ANVA), indica que los datos son confiables porque el coeficiente de variación es 12.80 %.A la vez podemos deducir que estadísticamente no presenta diferencias significativas, en lo referente a la variable de altura del cultivo en los tratamientos, es decir son de comportamiento similar y homogéneo.

Estos resultados obtenidos, bajo condiciones homogéneas de suelo están determinados por la absorción de nutrientes a través del tejido especializado de la raíz. Se observa un efecto positivo en la absorción foliar, siendo que el tratamiento T₃ supera en 2,66 cm de altura al tratamiento testigo, pero estadísticamente no es significativo.

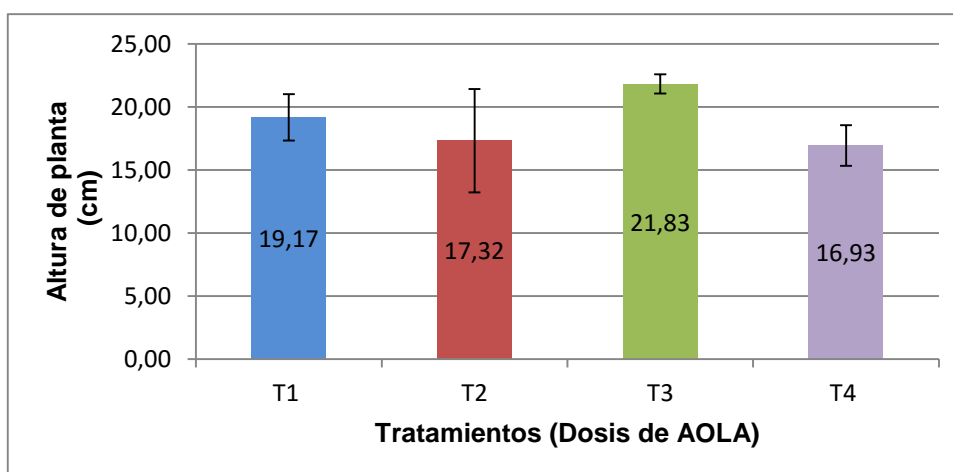
Cuadro 7: Análisis de varianza para la altura de la planta.

F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	44,91	14,97	2,56	4,07	NS
Error	8	46,81	5,85			
Total	11	91,72				
CV	12,80 %					

NS = No significativo

En el gráfico 2, se observa las diferencias de los promedios de los tratamientos para la variable de la altura de la planta, donde muestra una superioridad mínima, el tratamiento T₃ (20% de AOLA) con $21,82 \pm 0,76$ cm, respecto a los tratamientos T₁ (Testigo) con $19,16 \pm 1,84$ cm; T₂ (10% de AOLA) con $17,31 \pm 4,10$ cm; y T₄ (30% de AOLA) con $16,93 \pm 1,62$ cm, respectivamente.

Gráfico 2: Efecto de AOLA para altura de la planta.



5.3.2. Diámetro de tallo

El análisis de varianza (Cuadro 8), para el efecto de distintas dosis de AOLA muestra estadísticamente que las diferencias significativas entre tratamientos; lo que indica su comportamiento similar. Así mismo el coeficiente de variación de 19,01 %; indica la precisión en el manejo del experimento y a su vez, establece el rango aceptable para el análisis estadístico.

Cuadro 8: Análisis de varianza para diámetro de tallo.

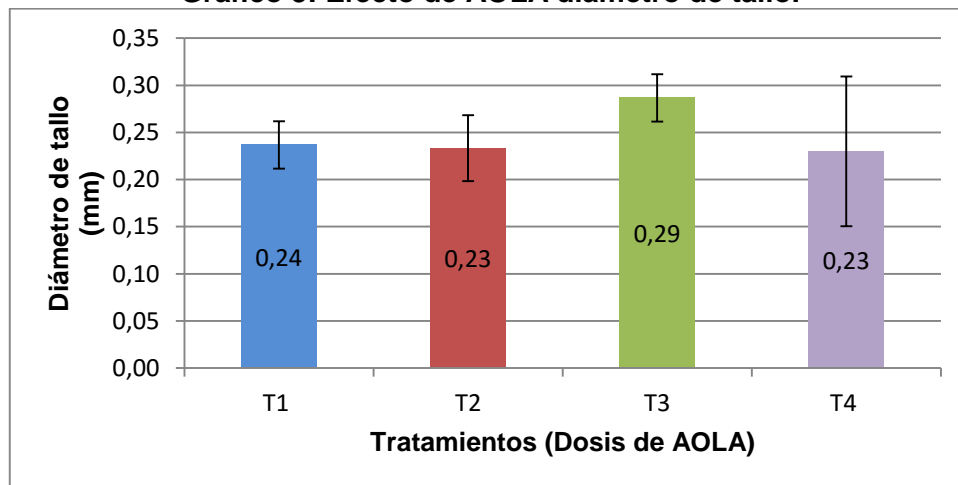
F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	0,01	0,002	0,98	4,07	NS
Error	8	0,01	0,002			
Total	11	0,02				
CV	19,01 %					

NS = No significativo

En el gráfico 3, se observa los datos promedio del diámetro de tallo en el cultivo de quirquiña con una superioridad numérica del tratamiento T₃ con $0,29 \pm 0,03$ mm, respecto a los tratamientos T₁, T₂ y T₄ que presentan promedios de $0,24 \pm 0,03$; $0,23 \pm 0,04$ y $0,23 \pm 0,08$ mm cada uno respectivamente.

Se evidencia que la absorción foliar fue más directa, con una mejor asimilación de nutrientes para la dosis del tratamiento T₃.

Gráfico 3: Efecto de AOLA diámetro de tallo.



5.3.3. Número de ramas laterales

Según el ANVA para el análisis de ramas laterales con los tratamientos respectivos (Cuadro 9), no hay diferencias significativas, esto nos indica que todos los tratamientos se comportan estadísticamente de manera similar con respecto al número de ramas

laterales por planta. Se presenta un coeficiente de variación del 25,51 %, indicando que los datos tomados para esta variable fueron confiables.

Cuadro 9: Análisis de varianza para el número de ramas laterales.

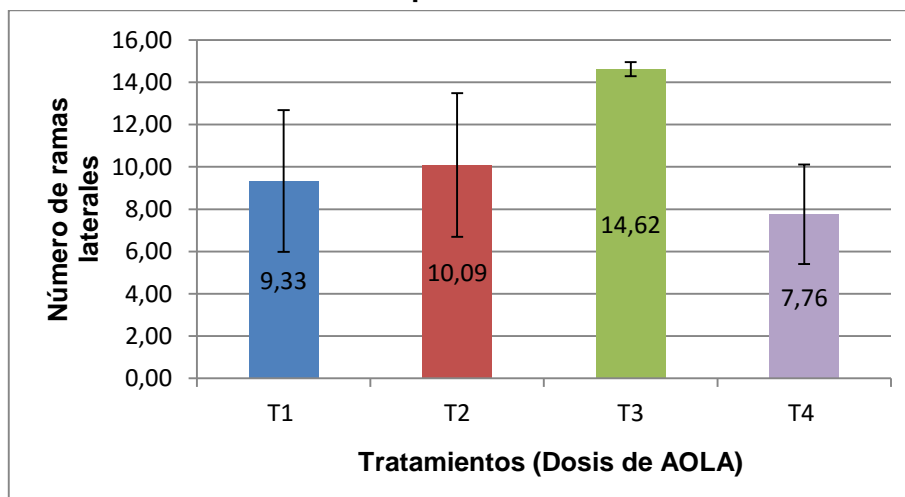
F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	77,99	25,99	3,66	4,07	NS
Error	8	56,89	7,11			
Total	11	134,88				
CV	25,51					

NS = No significativo

En el gráfico 4, se observa resultados con una superioridad numérica del tratamiento T₃ (20% de AOLA) con promedio de 14,62 ± 0,33 ramas laterales, respecto a los tratamientos T₂ (10% de AOLA) con un promedio de 10,09 ± 3,40 ramas laterales; seguido del T₁ (0% TESTIGO) con un promedio de 9,33 ± 3,35 y T₄ (30% de AOLA) se encuentran con 7,76 ± 2,36 de ramas laterales promedio cada uno respectivamente.

Analizando el comportamiento del cultivo de quirquiña se puede apreciar que el abono orgánico no incidió estadísticamente en el número de ramas laterales, pero si se observó diferencias numéricas aunque fueron mínimas en todos los tratamientos. Observando que el T₃ presentó más de 5,29 ramas en comparación con el testigo.

Gráfico 4: Efecto de AOLA para el número de ramas laterales.



5.3.4. Número de hojas

En el cuadro 10, se presenta los resultados obtenidos del análisis de varianza en lo que respecta al número de hojas en los diferentes tratamientos.

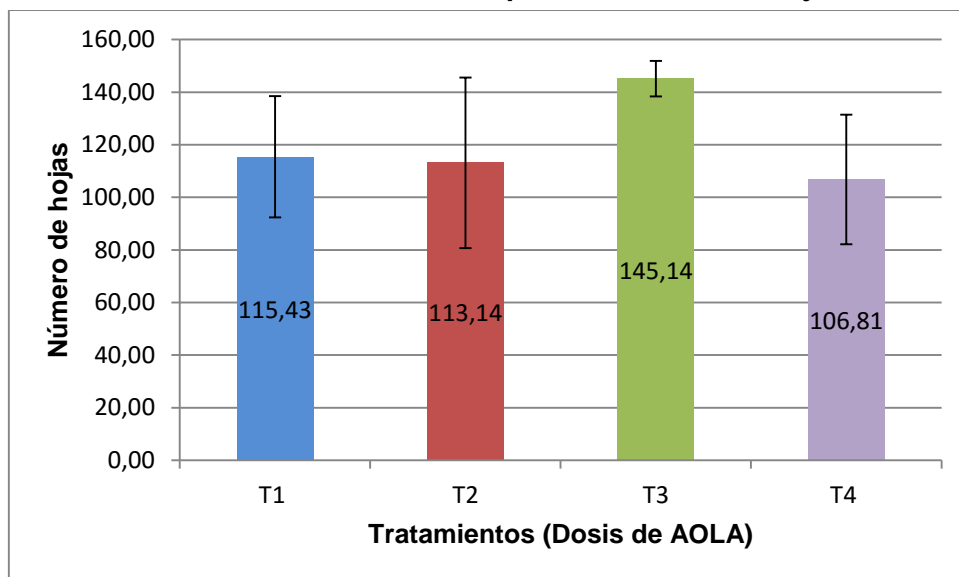
Cuadro 10: Análisis de varianza para el número de hojas.

F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	2622,24	874,08	1,56	4,07	NS
Error	8	4479,13	559,89			
Total	11	7101,37				
CV	19,69 %					

NS = No significativo

Según el ANVA (cuadro 10), muestra para la variable, el número de hojas que entre los diferentes tratamientos no existe diferencias estadísticas significativas. Asimismo el Coeficiente de Variabilidad es 19,69 % estando los valores dentro de los rangos de confiabilidad.

Gráfico 5: Efecto de AOLA para el número de hojas.



En el gráfico 5, se observa que el número de hojas producidas tienen como resultados con mayor cantidad de las mismas al T₃ con promedio de 145,14 ± 6,81, siendo este el

mejor tratamiento y dosis, seguido del T₁ con un promedio de 115,43 ± 23,11; respecto al T₂ con un promedio de 113,14 ± 32,46 hojas; y el menor número de hojas se presentó el T₄ que se encuentran con 106,81 ± 6,81 promedio. Se verifica que la dosis del tratamiento T₃ tienen un mejor efecto sobre el número de hojas, como contra los tratamientos T₂ y T₄ tendrían un efecto restrictivo sobre esta variable.

5.3.5. Ancho de hoja

El cuadro 11, indica que los datos son confiables porque el coeficiente de variación es 11.74 %. A la vez podemos deducir que no existió una diferencia significativa entre los tratamientos; por lo tanto, se deduce que el ancho de todas las hojas del cultivo de quirquiña son similares estadísticamente en los diferentes tratamientos, sin embargo si hay diferencias numéricas.

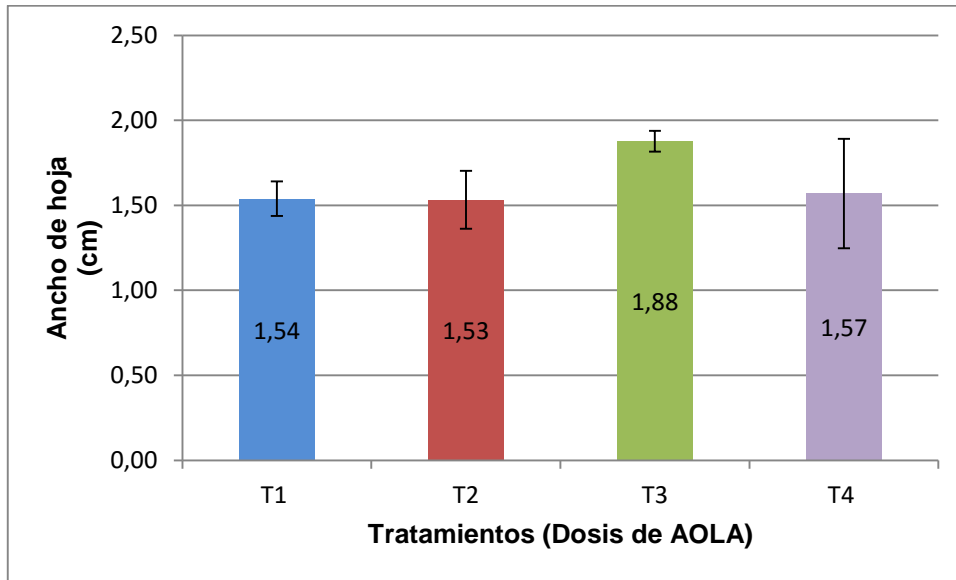
Cuadro 11: Análisis de varianza para el ancho de hoja.

F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	0,24	0,08	2,23	4,07	NS
Error	8	0,29	0,03			
Total	11	0,53				
CV	11,74 %					

NS = no significativo

En el gráfico 6, se observan los promedios numéricos de ancho de hojas del T₃ (20% de AOLA) con promedio de 1,88 ± 0,06 cm, siendo este el mayor promedio y mejor tratamiento, seguidamente se puede evidenciar que hay una ligera diferencia de promedios entre los tratamientos T₁ (0% TESTIGO) con un promedio de 1,54 ± 0,10 cm; respecto al tratamiento T₂ (10% de AOLA) con un promedio de 1,53 ± 0,17 cm; y el menor promedio se presentó el T₄ (30% de AOLA) que presentó 1,57 ± 0,32 cm.

Gráfico 6: Efecto de AOLA para el ancho de hoja.



5.3.6. Longitud de hoja

En el análisis de varianza (cuadro 12), refleja que existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. De acuerdo a la prueba de medias de Duncan (Anexo 12), se establece que el tratamiento T₃ (20% AOLA) es superior a los otros tratamientos.

El coeficiente de variabilidad fue 8,97% lo que da confiabilidad en los datos tomados en el proceso de evaluación de esta variable.

En el cuadro 12, se observa diferencias significativas en la longitud de hoja. Desde el punto de vista agronómico las diferencias detectadas son atribuciones a los elementos nutritivos que se encuentran presentes en el AOLA, siendo que el abonamiento foliar incidió en una buena absorción de nutrientes a nivel de las hojas, en razón que la aplicación foliar permite que las hojas puedan absorber de forma más rápida tanto nutrientes como micronutrientes lo que influye en su crecimiento y desarrollo.

Cuadro 12: Análisis de varianza para longitud de hoja.

F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	2,04	0,68	5,34	4,07	*
Error	8	1,02	0,12			
Total	11	3,06				
CV	8,97 %					

* Significativo

Realizando la prueba Duncan para el largo de hoja, refleja que el Tratamiento 3 es diferente a los demás tratamientos como se observa en el cuadro 13.

Cuadro 13: Prueba de medias de Duncan para longitud de hoja

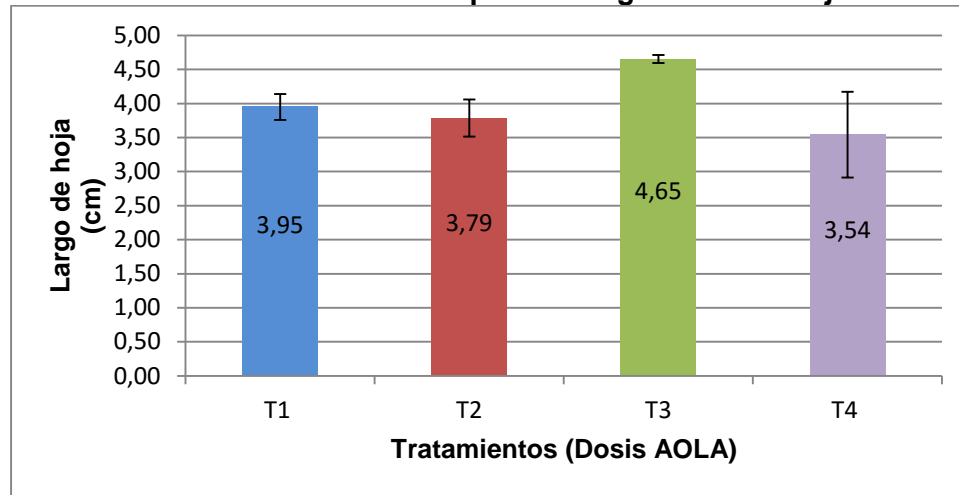
Tratamiento	Largo de las hojas (cm)	Prueba de Duncan
T₃ (20% AOLA)	4.65	a
T₁ (0% TESTIGO)	3.95	b
T₂ (10% AOLA)	3.79	b
T₄ (30% AOLA)	3.54	b

En el gráfico 7, se presenta los promedios de la variable longitud de hoja de quirquiña para los diferentes tratamientos propuestos. Estas diferencias en el largo de hojas de los diferentes tratamientos indican el efecto diferenciado de las dosis de AOLA de los tratamientos sobre el cultivo de quirquiña.

Al observar el gráfico 7, se puede apreciar al tratamiento T₃ con una superioridad de $4,65 \pm 0,06$ cm, seguido de los tratamientos T₁ con un promedio de $3,95 \pm 0,19$ cm; T₂ con un promedio de $3,79 \pm 0,27$ cm; T₄ con un promedio de $3,54 \pm 0,63$ cm, lo que muestra su efecto directo sobre esta y otras características agronómicas del cultivo de quirquiña.

Según Mollinedo (2001), en su estudio obtuvo un promedio de longitud de hoja que fue de 3,13 cm, la investigación que se realizó se adecua con el extremo mínimo de 3,95 cm que tuvo el testigo.

Gráfico 7: Efecto de AOLA para el longitud de las hojas.



5.3.7. Peso húmedo por planta

En los resultados de esta variable se puede apreciar que con la aplicación de un dosis del 20% de AOLA, se obtuvo $10,24 \pm 0,58$ g de promedio en peso húmedo por planta, lo que representa la mejor alternativa de abonamiento foliar con AOLA respecto a las otras dosis ensayadas en el presente trabajo.

Cuadro 14: Análisis de varianza para el peso húmedo de la planta.

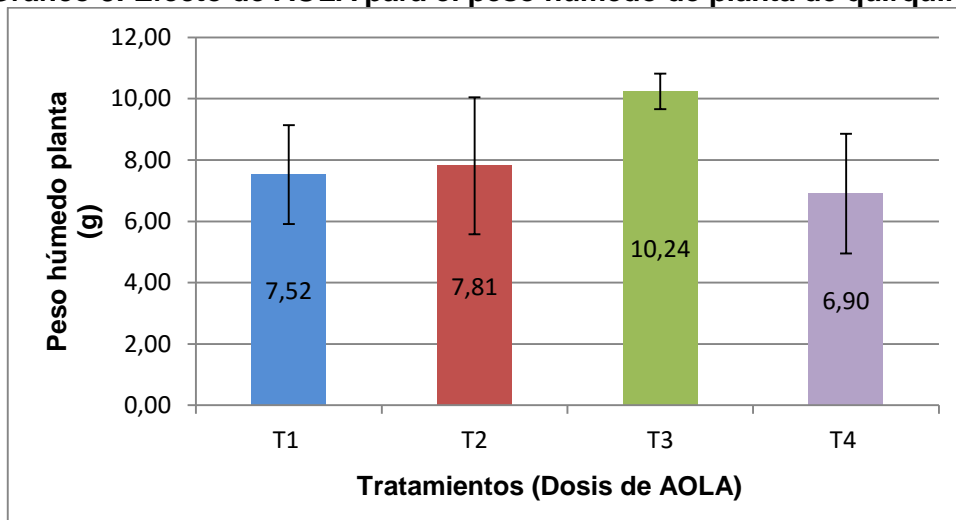
F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	19,23	6,41	2,19	4,07	NS
Error	8	23,41	2,92			
Total	11	42,65				
CV	21,07 %					

NS = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 14) no se presentaron diferencias significativas en el peso húmedo de la planta, por efecto de los tratamientos, lo que indica que las dosis de AOLA no influyeron estadísticamente en cuanto a esta variable.

El coeficiente de variación es 21,07% muestra que hubo un buen manejo del cultivo en cada una de las unidades experimentales.

Gráfico 8: Efecto de AOLA para el peso húmedo de planta de quirquiña.



En la gráfico 8, se puede apreciar que el mejor tratamiento fue el T₃ (20% de AOLA) con promedio de 10,24 ± 0,58 g materia verde/planta, siendo este el mayor promedio, superando a los demás tratamientos que fueron inferiores, el T₂ (10% de AOLA) con un promedio de 7,81 ± 2,23 g; respecto al tratamiento T₁ (0% TESTIGO) con un promedio de 7,52 ± 1,61 g y el menor promedio se presentó el T₄ (30% de AOLA) que se encuentran con 6,90 ± 1,95 g. Estos resultados verifican el efecto benéfico en la absorción foliar nutrientes por parte del tratamiento T₃ (dosis 20% AOLA).

5.3.8. Peso seco por planta

En el siguiente cuadro se presenta los resultados obtenidos en el análisis de varianza en lo que respecta al peso seco por planta.

Cuadro 15: Análisis de varianza peso seco por planta.

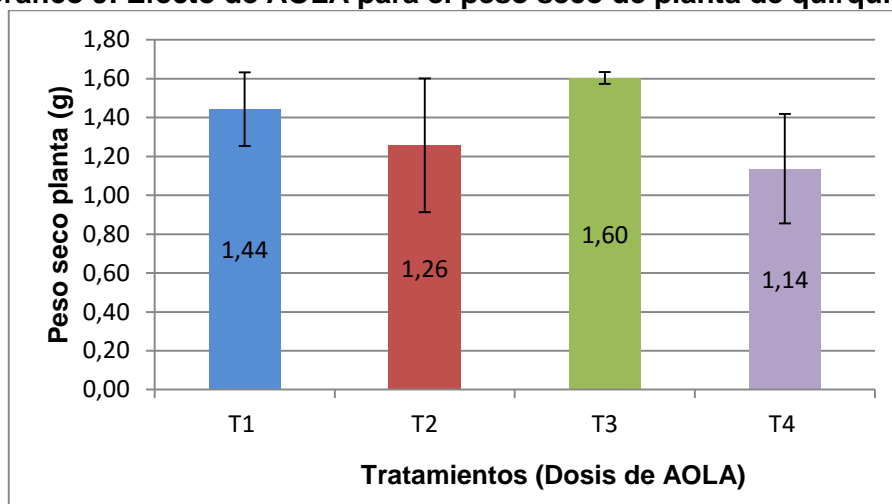
F. V.	GL	SC	CM	F c	F t	
Tratamiento	3	0,38	0,12	2,16	4,07	NS
Error	8	0,46	0,05			
Total	11	0,84				
CV	17,80 %					

NS = No significativo

El Cuadro 15 para el peso seco por planta, muestra un coeficiente de variabilidad de 17,80%.

Asimismo en base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, que se presentan en el anterior Cuadro, se observa que no existe diferencia estadísticas significativa en la aplicación del abono foliar que se realizó.

Gráfico 9: Efecto de AOLA para el peso seco de planta de quirquiña.



En el gráfico 9, se puede apreciar que en el tratamiento T₃ (20% AOLA) muestra una superioridad numérica con 1,60 ± 0,03 g; seguido del T₁ (0% AOLA) que obtuvo 1,44 ± 0,19 g, a comparación del T₂ (10% AOLA) con un promedio de 1,26 ± 0,34 g de hoja seca por planta y el T₄ (30% AOLA) se encuentra con un promedio menor con 1,14 ± 0,28 g. Estos resultados se deberían a que existe una mayor disponibilidad de nutrientes por las planta, así como luz, agua, y nutrientes, que estimularon a desarrollar un mayor número de hojas y en la densidad de plantación, en el tratamiento T₃ la misma que influyó en mayor peso de hoja seca.

5.4. Análisis económico Preliminar

Generalmente los trabajos de investigación están dirigidos a los agricultores que desean mejorar la producción y conseguir óptimos beneficios económicos en cuanto a

la productividad de un cultivo, en este caso la quirquiña. Se realizó el análisis económico preliminar para conocer el mayor beneficio / costo y la mayor rentabilidad económica de los tratamientos estudiados con la aplicación de abono orgánico líquido aeróbico en sus diferentes concentraciones (0%, 10%, 20%, 30%) y poder recomendar a los agricultores como una alternativa de producción de este cultivo. La evaluación económica preliminar se realizó en 1000 m².

Cuadro 16: Costos de producción y beneficio – costo para 1000 m²/anuales de quirquiña.

Tratamiento	Kg	Precio unitario (Bs)	Ingreso bruto Bs/1000 m²	Costo total Bs/1000 m²	Beneficio neto Bs/1000 m²	B/C
T₁ (0% AOLA)	347,00	15	5.250,25	5.465,25	- 260,25	0,95
T₂ (10% AOLA)	357,00	15	5.355,00	6.024,06	- 669,06	0,89
T₃ (20% AOLA)	450,00	15	6.750,00	6.472,83	277,17	1,04
T₄ (30% AOLA)	319,00	15	4.785,00	4.785,06	- 1.239,06	0,79

Se observa en el Cuadro 16, los resultados de los diferentes tratamientos, donde los Tratamientos: T₃ (20% AOLA) obtiene el mayor resultado con un 1,04 en cuanto al beneficio/costo, seguido del T₁ (0% DE AOLA) que presenta un resultado de 0,95; T₂ (10% DE AOLA) con 0,89; finalmente al T₄ (30% DE AOLA) con un beneficio/Costo de 0,79.

6. CONCLUSIONES

Después de realizar las observaciones de campo y por los resultados expuestos anteriormente se llega a las siguientes conclusiones:

- Las condiciones climáticas en que se maneja un cultivo es importante por la gran influencia directa que tiene en el crecimiento y desarrollo. En el presente trabajo, las temperaturas registradas fueron con la mínima de -5°C , con una máxima de 30°C .
- El AOLA de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorios indican que se trata de un abono ligero de excelentes cualidades nutritivos, con un pH de 6,19 indica que el pH es ligeramente ácido, la CE de $2,37\text{mS/cm}$; $9,54\text{ mg NO}_3/\text{ litro de AOLA}$, fósforo $0,146\text{ g litro/ AOLA}$.
- Con relación a la altura de la planta, el mejor valor se presentó en el tratamiento T_3 (20% AOLA), con un promedio con $21,82 \pm 0,76\text{ cm}$, respecto a las demás concentraciones y al testigo. Se concluye que la aplicación de esta dosis de AOLA influyó favorablemente sobre la altura de la planta.
- El diámetro de tallo tuvo un mayor promedio el tratamiento T_3 (20% de AOLA) con $0,29 \pm 0,03\text{ mm}$, respecto a las demás concentraciones. Entre el testigo y la dosis de AOLA no afectaron significativamente esta variable, pero hubo más influencia en el largo de las hojas.
- A una concentración de 20% de AOLA se obtuvo un mayor promedio en el número de ramas laterales, con $14,62 \pm 0,33$ ramas laterales; seguido con la concentración de 10% de AOLA con 10,09 ramas laterales, mientras que en las demás concentraciones se obtuvieron valores inferiores en el número de ramas laterales.

- El mayor número en promedio de hojas por planta se obtuvo al tratamiento T₃ (20% de AOLA) con promedio de 145,14 ± 6,81 hojas, superando a las demás tratamiento y al testigo.
- En el ancho de hojas, el mejor promedio de 1,88 ± 0,06 cm se obtuvo en el tratamiento T₃ con una dosis de 20% de AOLA. Además ese tratamiento fue el de mayor rendimiento en el cultivo de quirquiña superando a los demás tratamientos y testigo.
- Respecto a la longitud de hojas se puede apreciar que el mayor promedio fue de 4,65 ± 0,06 cm, correspondiendo al tratamiento T₃ (20% de AOLA), superando a las demás tratamientos y testigo que fueron inferiores. Por lo tanto se afirma que la aplicación de la dosis 20% AOLA (T₃) es la adecuada en la quirquiña, porque favorece el desarrollo foliar y el rendimiento. Los cuales son las características principales para su producción comercial.
- Con relación al peso húmedo de planta, el mayor promedio fue del tratamiento T₃ (20% de AOLA) con promedio de 10,24 ± 0,58 g, presentando de esta manera un buen rendimiento en relación a las diferentes concentraciones. Concluyendo que a la dosis del 20% da mejores rendimientos en cuanto al peso húmedo.
- Para el peso seco de la planta, presentó los mejores resultados el tratamiento T₃ (20% AOLA) con con 1,60 ± 0.03 g; superiores a las demás concentraciones y al testigo.
- En el análisis económico preliminar del cultivo de quirquiña, la mejor alternativa representa al T₃ (20% de AOLA) que presenta un beneficio/ Costo de 1,04 Bs; en consecuencia el tratamiento 3 demostró ser una opción económica interesante por ser la dosis óptima tanto económicamente así como también agronómicamente, además las ganancias y el beneficio/costo aumentan con el 2° y 3° corte, porque se ahorra en la plantación y preparación del suelo..

7. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios del efecto del AOLA, en diferentes dosis en otros cultivos hortícolas y frutícolas en distintas épocas y diferentes densidades de siembra.
- Realizar un análisis bromatológico de los cultivos abonados con AOLA.
- Realizar investigación en este cultivo a campo abierto, sin tomar en cuenta la influencia del invernadero, que protege de las inclemencias del medio ambiente.
- Realizar más investigaciones en el cultivo de quirquiña (*Porophyllum ruderale*) en diferentes regiones y ecosistemas del país.
- Evaluar al segundo y tercer corte de quirquiña con la aplicación de dosis 20%, de abono orgánico líquido aeróbico (AOLA) para producción comercial.

8. BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, J. 1963. Suelos, Abonos y Enmiendas. Editorial Dossat, S. A. Plaza Santa Ana 9. Madrid – España.

AGRUCO. 1998. Agro biología de la universidad de Cochabamba. 1990. Agroecológica y saber andino serie técnica N°5 Cochabamba Bolivia. p. 24 – 26.

ARTEAGA, Y. 2012. Apuntes de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz - Bolivia. 30p.

CARDENAS, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. 1ra. Ed. Amigos del libro. Cochabamba – Bolivia. Pp. 96 – 97.

CASTRO, BYE&MERA 2011. Diagnóstico del papaloquelite en México, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo – México.

CELESTINO, J. 2004. Curso de jardinería con énfasis en plantas aromáticas, medicinales y complementarias. Bogotá – Colombia. 15p.

CHILON, E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. La Paz - Bolivia. p 185.

_____, **2015.** El Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA) y sus potencialidades para la Agricultura y la preservación del Medio Ambiente. Reporte de Investigación Cátedra Fertilidad de Suelos, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz-Bolivia.

_____, **2015.** “El compost resultó un excelente sustrato orgánico para la obtención del abono orgánico líquido aeróbico AOLA” www.ibepa.com

CHILON, E. & CHILON, J., 2015. “Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)”. Reporte de investigación publicado Cienciagro1: 35-42. Ibepa. www.ibepa.org

CRUZ, C. 2009. Efecto de tres pres- tratamientos en la germinación y crecimiento inicial en vivero en tres especies forestales en Patacamaya. Tesis Ing. Agro. UMSA. La Paz - Bolivia. p. 1- 30.

DEL CARMEN, M. 2015. Yerba del ciervo.

GRAETZ, A. H. 2000. Suelos y fertilización. Manuales para la educación agropecuaria. Área suelos y agua. Segunda edición. Trillas. México.

INE (Instituto Nacional de Estadística). 2013. Censo agropecuario. La Paz – Bolivia.

KOLMANS, E. 1996. Manual de agricultura ecológica. SIMAS – CUCUTEC, Editorial Enlace. Managua, Nicaragua. 219p.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE. 2003. Descripción y uso de 12 especies aromáticas y medicinales. La Paz – Bolivia. 45p.

MIRANDA, R. 2004. Edafología. Primera edición. Editorial pawañani. La Paz – Bolivia. 50p.

MOLLINEDO, D. 2001. Análisis agroeconómico de la producción de plantas aromáticas para la obtención de aceites esenciales. Tesis Ing. Agro. UMSA. La Paz – Bolivia.

MORALES, J. P. 1987. Suelos y agroquímica II. Ministerio de Educación. Editorial Pueblo y Educación. Habana. Cuba. 183 p.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE PATACAMAYA. 2007 – 2011. Consultora COMAT S.R.L., La Paz – Bolivia. pp. 7 - 121.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE PATACAMAYA. 2012 – 2016. Consultora COMAT S.R.L., La Paz – Bolivia. pp. 103 - 104.

PEREZ, P. 1997. Suelos, abonos y materia orgánica. Los frutales. Biblioteca de la agricultura. Vol. 1. Ediciones Idea Books, S.A. Barcelona, España.

PROYECTO DE DESARROLLO COMUNITARIO (PRODECO), 2016. 4ta versión de la feria de medicina tradicional capta atención de la ciudadanía Sucrense. La Paz – Bolivia.

RADA, M. 2012. Propiedades de los alimentos/ hierbas, especias y condimentos. Santa Cruz – Bolivia.

RESTREPO, R, J. 2002. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Primera edición. Fundación Juquira Candirú. Santiago de Cali. 105 p.

ROJAS, F. 2016. Texto de botánica sistemática. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 104 p.

ROJAS, F. 2016. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

SANCHEZ, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones Ripalme. Lima, Perú.

SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL (senapi), 2011. Signos distintivos. La Paz – Bolivia.

SUASACA, B, A. 2009. Producción, manejo, y aplicación de abonos orgánicos. Puno, Perú. 16 p.

TERRAZAS, A. 1990. Manual para la educación agropecuaria, suelo y fertilización. Editorial Trillas. pp 51 – 60.

URIBE, L. 2003. Inocuidad de abonos orgánicos. En Memorias de Taller de Abonos Orgánicos. Proyecto NOS CATIE/GTZ. Costa Rica.

VILLEGAS, P.2006. Los Recursos Naturales en Bolivia. 2da edición. Cochabamba – Bolivia. 320 p.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis físico – químico de suelo.



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

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

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *ELMA JIMENA MITA VILLACORTA*

NO SOLICITUD: *182 / 2015*

PROCEDENCIA : *Departamento: LA PAZ,*

FECHA DE RECEPCION : *24 / Agosto / 2015*

Provincia: AROMA,

FECHA DE ENTREGA : *28 / Septiembre / 2015*

PATACAMAYA

FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : Centro Experimental Patacamaya*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
748-01 /2015	Y E X T U R A	ARENA	46	%	Hidrómetro de Bouyoucos
748-02 /2015		ARCILLA	24	%	Hidrómetro de Bouyoucos
748-03 /2015		LIMO	30	%	Hidrómetro de Bouyoucos
748-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
748-05 /2015		GRAVA	8,6	%	Gravimetría
748-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
748-07 /2015	pH en agua 1:5	7,74	-	Potenciometría	
748-08 /2015	pH en KCl 1N, 1:5	7,50	-	Potenciometría	
748-09 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	1,351	dS/m	Conductancia	
748-10 /2015	C D E A T I C A O M B I E S O	Acidez de cambio (Al+H)	0,09	meq/100 g	Volumetría
748-11 /2015		Calcio	13,34	meq/100 g	Absorción atómica
748-12 /2015		Magnesio	3,91	meq/100 g	Absorción atómica
748-13 /2015		Sodio	1,20	meq/100 g	Emisión atómica
748-14 /2015		Potasio	0,20	meq/100 g	Emisión atómica
748-15 /2015		Total de bases	18,66	meq/100 g	Suma de base
748-16 /2015		C. I. C.	18,75	meq/100 g	Volumetría
748-17 /2015	SATURACIÓN BÁSICA	99,5	%	Cálculo matemático	
748-18 /2015	Materia Orgánica	4,13	%	Walkley Black	
748-19 /2015	Nitrógeno total	0,23	%	Kjeldahl	
748-20 /2015	Fósforo asimilable	202,02	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con AcNH_4 1N, Ca y Mg extraídos con AcNa 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

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



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Anexo 2. Resultados de análisis químico de AOLA.



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

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

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONOS

INTERESADO : *ELMA JIMENA MITA VILLACORTA*

N° SOLICITUD: *183 / 2015*

PROCEDENCIA : *Departamento: LA PAZ,*

FECHA DE RECEPCION : *24 / Agosto / 2015*

Provincia: AROMA,

FECHA DE ENTREGA : *18 /Septiembre /2015*

PATACAMAYA

FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA

PRODUCTO : *MUESTRA DE AOLA*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
749-01 /2015	Nitrógeno	0,040	g/L N	Kjeldahl
749-02 /2015	Fósforo	0,146	g/L P	Espectrofotometría UV-Visible
749-03 /2015	Potasio	0,289	g/L K	Emisión atómica
749-04 /2015	Carbono orgánico	0,019	%	Walkley Black
749-05 /2015	pH	6,19	-	Potenciometría
749-06 /2015	Coductividad eléctrica	2,37	mS / cm	Potenciometría
749-07 /2015	Nitrógeno - nitratos	9,54	mg/l N - NO ₃	Destilación
749-08 /2015	Densidad	1,05	g / ml	Picnometría

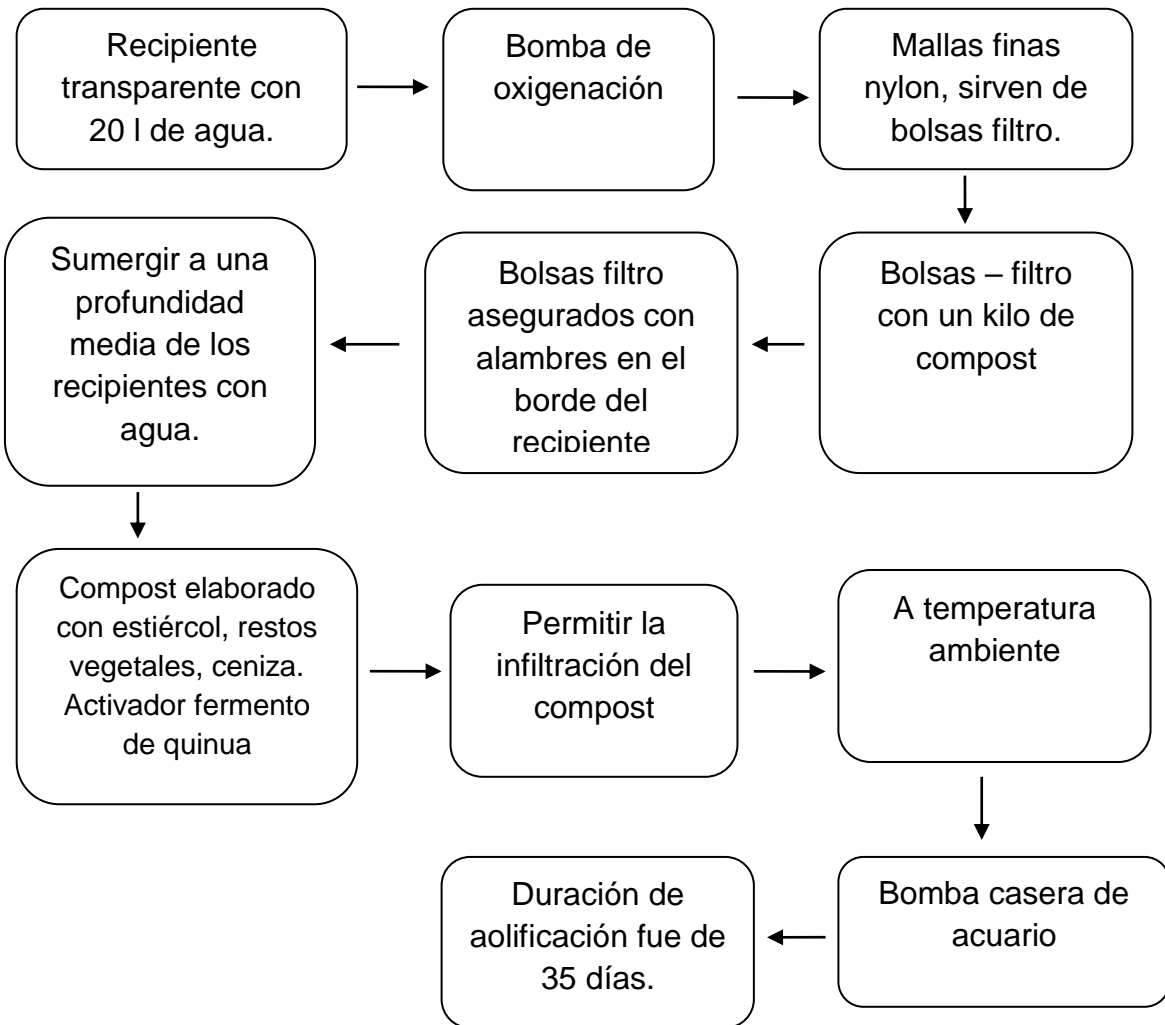
OBSERVACIONES.- *Resultados en base húmeda.*



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Anexo 3. Metodología de preparación de AOLA



Proceso de aolificación en estructura tipo pecera.



Fuente: Chilón (2015).

Anexo 4. Datos de temperatura obtenidos durante la investigación °C.

DIA	MESES								
	Febrero			Marzo			Abril		
	T° Max	T° Min	T°Med	T° Max	T° Min	T°Med	T° Max	T° Min	T°Med
1				34,7	2,5	18,6	31,8	1	16,4
2				35	-2	16,5	32	-2,1	14,9
3				36,6	0,9	18,7	33	0,5	16,7
4				34,5	1	17,7	33,5	2	17,7
5				31	-1,5	14,7	33	-0,8	16,1
6				33,3	0,2	16,7	33,5	-2,4	15,5
7				34,8	2,6	18,5	33,6	3	18,3
8				32,3	4,5	18,4	33,2	2,2	17,7
9				33	-1,3	15,8	33	-2,3	15,3
10				35	0,1	17,5	31,8	0,5	16,1
11				32,6	0,9	16,7	30,4	3,9	17,1
12				32	0,6	16,3	30,2	1,4	15,8
13	33	1,5	17,2	32,9	-1,9	15,5	33,2	-0,6	16,3
14	33,8	1,3	17,5	30	0,9	15,4	30,9	-1,5	14,7
15	32	2,8	17,4	29,9	-3,9	13	29,9	1,2	15,5
16	28	1	14,5	33	1,3	17,1	34	0,2	17,1
17	29,9	-3	13,4	30,6	2,1	16,3	32,4	2,6	17,5
18	31,2	0,3	16,7	32,8	0,6	16,7	34,9	1,5	18,2
19	32	0,9	16,4	35	2,2	18,6	30,4	3	16,7
20	33	0,7	16,8	29,9	2,8	16,3	32,5	0,1	16,3
21	33,6	3,4	18,5	32,4	0,8	16,6	33,1	-2,6	15,2
22	33	-3	15,0	34,9	-2,5	16,2	36,3	-1,4	17,4
23	32,5	-2	16,2	34	-3	15,5	33,5	0,7	17,1
24	33	-3,4	15,8	29,9	1,7	15,8	30,7	1,2	15,9
25	31,8	-2,4	17,1	31,8	0,3	16,1	34,8	0,9	17,8
26	34,7	0,8	17,7	33,4	-2,4	15,5	33	2,7	17,8
27	32	-3	14,5	27,7	2,3	15	33,1	0,2	16,6
28	33	2	16,6	31,4	0,4	15,9	30,9	2,8	16,8
29	31,9	0,9	16,4	31,5	0,8	16,1	32,8	1,7	17,2
30				32,5	-4,2	14,15	31,9	2,8	17,3
31				33,4	1	17,2			

Anexo 5. Promedio de altura de planta (cm).

ALTURA DE PLANTA							
Tratamiento	26 de marzo	2 de abril	9 de abril	16 de abril	23 de abril	30 de abril	7 de mayo
T₁	3.93	4.69	5.67	7.59	8.71	12.27	17.93
T₁	3.14	4.03	5.37	6.96	8.76	11.99	18.29
T₁	3.37	4.37	5.91	8.17	10.97	14.66	21.29
T₂	3.41	4.43	5.53	7.61	10.01	13.16	19.79
T₂	3.00	3.87	4.7	6.24	7.47	9.11	12.59
T₂	3.19	4.7	6.14	6.99	10.29	13.74	19.59
T₃	3.57	4.16	5.44	7.87	10.29	14.14	21.04
T₃	3.17	4.43	6.01	8.71	11.8	15.59	22.56
T₃	3.40	4.67	5.7	7.74	10.53	13.84	21.89
T₄	3.50	5.04	5.81	7.13	8.47	10.54	15.16
T₄	3.10	3.96	5.23	7.09	8.96	11.51	17.33
T₄	3.41	4.74	6.07	7.73	9.31	11.97	18.31

Anexo 6. Promedio del diámetro de planta día de la cosecha (mm).

DIAMETRO DE PLANTA	
Tratamiento	Promedio (mm)
T ₁	0.21
T ₁	0.24
T ₁	0.26
T ₂	0.27
T ₂	0.2
T ₂	0.23
T ₃	0.31
T ₃	0.29
T ₃	0.26
T ₄	0,14
T ₄	0,29
T ₄	0,26

Anexo 7. Promedio del número de ramas laterales.

NÚMERO DE RAMAS LATERALES							
Tratamiento	26 de marzo	2 de abril	9 de abril	16 de abril	23 de abril	30 de abril	7 de mayo
T ₁	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	2.86	5.57
T ₁	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	5.71	10.43
T ₁	0.00	0.00	0.00	0.00	2	8	12.00
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	4.71	13.14
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	4.29	6.43
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	5.71	10.71
T ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	3.14	9.71	15
T ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	9	14.43
T ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	4.14	8.57	14.43
T ₄	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	2.86	5.14
T ₄	0.00	0.00	0.00	0.00	2.14	6.29	9.71
T ₄	0.00	0.00	0.00	0.00	2.1	5.43	8.43

Anexo 8. Promedio de número de hojas.

NÚMERO DE HOJAS							
Tratamiento	26 de marzo	2 de abril	9 de abril	16 de abril	23 de abril	30 de abril	7 de mayo
T ₁	6.00	8.00	10.00	19.71	27.57	50.71	90.43
T ₁	5.43	7.71	12.00	28.57	37.29	63.29	119.86
T ₁	6.29	8.57	12.00	28.00	46.14	88.86	136.00
T ₂	6.00	8.71	11.86	25.71	35.57	64.29	119.43
T ₂	5.43	7.71	9.71	22.57	29.14	50.13	78.00
T ₂	6.57	9.00	13.86	27.86	46.29	86.29	142.00
T ₃	5.86	8.00	11.14	36.29	47.43	87.71	152.86
T ₃	6.00	8.00	10.57	26.86	44.29	79.71	140.00
T ₃	6.86	8.14	11.43	26.14	43.57	81.43	142.57
T ₄	5.86	9.14	12.00	22.57	27.71	44.43	78.57
T ₄	5.71	7.86	12.00	18.57	29.29	65.43	123.71
T ₄	6.00	9.14	11.57	25.43	40.86	66.00	118.14

Anexo 9. Promedio de la longitud de hojas (cm).

LARGO DE HOJAS	
Tratamiento	Promedio (cm)
T ₁	3.96
T ₁	3.76
T ₁	4.13
T ₂	3.93
T ₂	3.47
T ₂	3.96
T ₃	4.71
T ₃	4.66
T ₃	4.59
T ₄	2.99
T ₄	4.23
T ₄	3.41

Anexo 10. Promedio del peso húmedo por planta al día de la cosecha (g).

PESO HÚMEDO POR PLANTA	
Tratamiento	Promedio (g)
T ₁	6.14
T ₁	7.14
T ₁	9.29
T ₂	8.14
T ₂	5.43
T ₂	9.86
T ₃	9.71
T ₃	10.14
T ₃	10.86
T ₄	4.71
T ₄	7.57
T ₄	8.43

Anexo 11. Promedio del peso seco por planta 15 días después de la cosecha (g).

PESO SECO POR PLANTA	
Tratamiento	Promedio (g)
T ₁	1.36
T ₁	1.31
T ₁	1.66
T ₂	1.37
T ₂	0.87
T ₂	1.53
T ₃	1.63
T ₃	1.61
T ₃	1.57
T ₄	0.84
T ₄	1.17
T ₄	1.40

Anexo 12. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 1 en superficie de 1000 m² en Bs.

CONCEPTO	UNID.	CANTID. Nº	PRECIO UNIT.Bs.	TOTAL Bs.
Nivelado de terreno	jornal	4,00	80,00	320,00
Siembra y tapado de surco	jornal	2,00	80,00	160,00
refalle	jornal	2,00	80,00	160,00
Desyerbe y aporcado	jornal	2,00	80,00	160,00
Aplicación de riego	jornal	8,00	80,00	640,00
Aplicación de AOLA	jornal	0,00	80,00	0,00
Cosecha (corte) y traslado	jornal	2,00	80,00	160,00
transporte a mercado	jornal	1,00	80,00	80,00
Sub-total Mano de Obra				1.680,00
yunta (dos bueyes)	jornal	1,00	150,00	150,00
mochila fumigadora (alquiler)	jornal	0,00	25,00	0,00
bomba centrifuga	jornal	8,00	50,00	400,00
Camioneta	viaje	1,00	150,00	150,00
Sub-total tracción				700,00
Semilla	onza	113,00	25,00	2.825,00
Abono (AOLA)	l	0,00	20,00	0,00
Sub-total insumos				2.825,00
Gastos generales (5%)	Bs.			260,25
Interés(50% de Gast.grles.)	Bs.			0,00
Sub-total Gastos Grles.	Bs.			260,25
TOTAL COSTO	Bs			5.465,25
Rendimiento/precio	kg	347,00	15,00	5.205,00
TOTAL INGRESO				5.205,00
BENEFICIO NETO	Bs			-260,25
BENEFICIO COSTO B/C				0,95

Fuente: Elaboración propia (2016).

Anexo 13. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 2 en superficie de 1000 m² en Bs.

CONCEPTO	UNID.	CANTID. Nº	PRECIO UNIT.Bs.	TOTAL Bs.
Nivelado de terreno	jornal	4,00	80,00	320,00
Siembra y tapado de surco	jornal	2,00	80,00	160,00
refalle	jornal	2,00	80,00	160,00
Desyerbe y aporcado	jornal	2,00	80,00	160,00
Aplicación de riego	jornal	8,00	80,00	640,00
Aplicación de AOLA	jornal	1,00	80,00	80,00
Cosecha (corte) y traslado	jornal	2,00	80,00	160,00
transporte a mercado	jornal	1,00	80,00	80,00
Sub-total Mano de Obra				1.760,00
yunta (dos bueyes)	jornal	1,00	150,00	150,00
mochila fumigadora (alquiler)	jornal	1,00	25,00	25,00
bomba centrifuga	jornal	8,00	50,00	400,00
Camioneta	viaje	1,00	150,00	150,00
Sub-total tracción				725,00
Semilla	onza	113,00	25,00	2.825,00
Abono (AOLA)	l	21,36	20,00	427,20
Sub-total insumos				3.252,20
Gastos generales (5%)	Bs.			286,86
Interés(50% de Gast.grles.)	Bs.			0,00
Sub-total Gastos Grles.	Bs.			286,86
TOTAL COSTO	Bs			6.024,06
Rendimiento/precio	kg	357,00	15,00	5.355,00
TOTAL INGRESO				5.355,00
BENEFICIO NETO	Bs			-669,06
BENEFICIO COSTO B/C				0,89

Fuente: Elaboración propia (2016).

Anexo 14. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 3 en superficie de 1000 m² en Bs.

CONCEPTO	UNID.	CANTID. Nº	PRECIO UNIT.Bs.	TOTAL Bs.
Nivelado de terreno	jornal	4,00	80,00	320,00
Siembra y tapado de surco	jornal	2,00	80,00	160,00
refalle	jornal	2,00	80,00	160,00
Desyerbe y aporcado	jornal	2,00	80,00	160,00
Aplicación de riego	jornal	8,00	80,00	640,00
Aplicación de AOLA	jornal	1,00	80,00	80,00
Cosecha (corte) y traslado	jornal	2,00	80,00	160,00
transporte a mercado	jornal	1,00	80,00	80,00
Sub-total Mano de Obra				1.760,00
yunta (dos bueyes)	jornal	1,00	150,00	150,00
mochila fumigadora (alquiler)	jornal	1,00	25,00	25,00
rotobater	jornal	8,00	50,00	400,00
Camioneta	viaje	1,00	150,00	150,00
Sub-total tracción				725,00
Semilla	onza	113,00	25,00	2.825,00
Abono (AOLA)	l	42,73	20,00	854,60
Sub-total insumos				3.679,60
Gastos generales (5%)	Bs.			308,23
Interés(50% de Gast.grles.)	Bs.			0,00
Sub-total Gastos Grles.	Bs.			308,23
TOTAL COSTO	Bs/ha			6.472,83
Rendimiento/precio	kg	450,00	15,00	6.750,00
TOTAL INGRESO				6.750,00
BENEFICIO NETO	Bs			277,17
BENEFICIO COSTO B/C				1,04

Fuente: Elaboración propia (2016).

Anexo 15. Costos de producción de la quirquiña – Tratamiento 4 en superficie de 1000 m² en Bs.

CONCEPTO	UNID.	CANTID. Nº	PRECIO UNIT.Bs.	TOTAL Bs.
Nivelado de terreno	jornal	4,00	80,00	320,00
Siembra y tapado de surco	jornal	2,00	80,00	160,00
Refalle	jornal	2,00	80,00	160,00
Desyerbe y aporcado	jornal	2,00	80,00	160,00
Aplicación de riego	jornal	8,00	80,00	640,00
Aplicación de AOLA	jornal	1,00	80,00	80,00
Cosecha (corte) y traslado	jornal	2,00	80,00	160,00
Transporte a mercado	jornal	1,00	80,00	80,00
Sub-total Mano de Obra				1.760,00
Yunta (dos bueyes)	jornal	1,00	150,00	150,00
Mochila fumigadora (alquiler)	jornal	1,00	25,00	25,00
Bomba centrifuga	jornal	8,00	50,00	400,00
Camioneta	viaje	1,00	150,00	150,00
Sub-total tracción				725,00
Semilla	onza	113,00	25,00	2.825,00
Abono (AOLA)	l	21,36	20,00	427,20
Sub-total insumos				3.252,20
Gastos generales (5%)	Bs.			286,86
Interés(50% de Gast.grles.)	Bs.			0,00
Sub-total Gastos Grles.	Bs.			286,86
TOTAL COSTO	Bs/ha			6.024,06
Rendimiento/precio	kg	319,00	15,00	4.785,00
TOTAL INGRESO				4.785,00
BENEFICIO NETO	Bs			-1.239,06
BENEFICIO COSTO B/C				0.79

Fuente: Elaboración propia (2016).

Anexo 16. Fotografías durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Toma de muestra de suelo (15 – 20 cm de profundidad).



Cuarteo de las muestras de suelo.



Semillas de quirquiña.



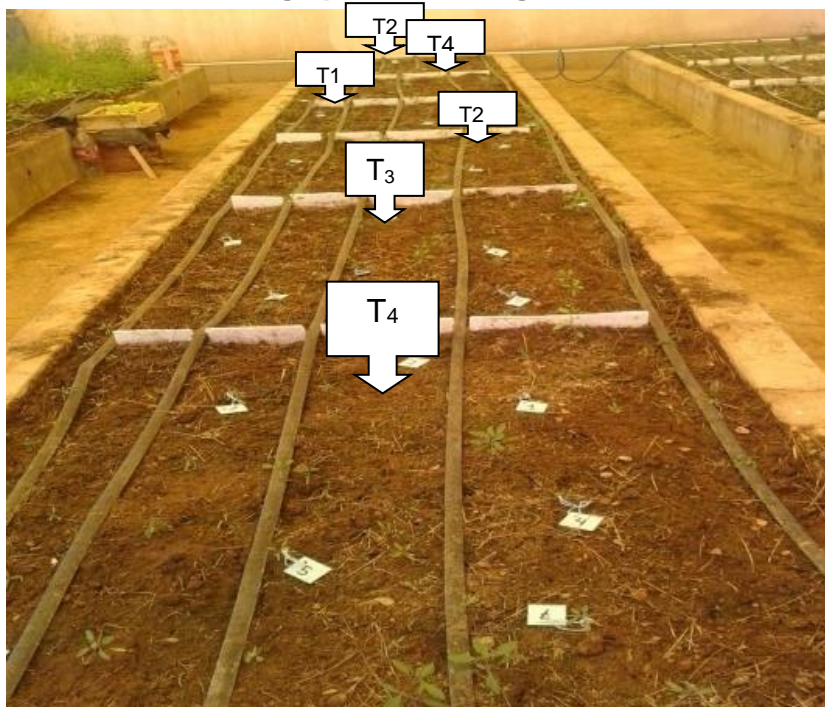
Quirquiña con dos hojas verdaderas.



Densidad de planta de 15 cm



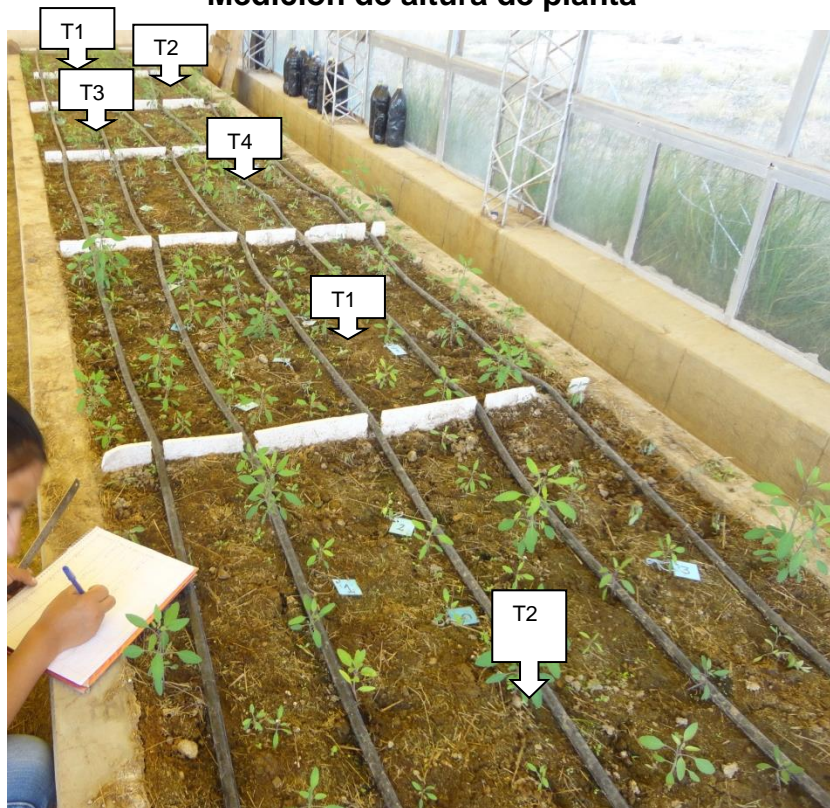
Riego por cintas de goteo.



Quirquiñas marbeteadas para la toma de datos durante el trabajo de investigación.



Medición de altura de planta



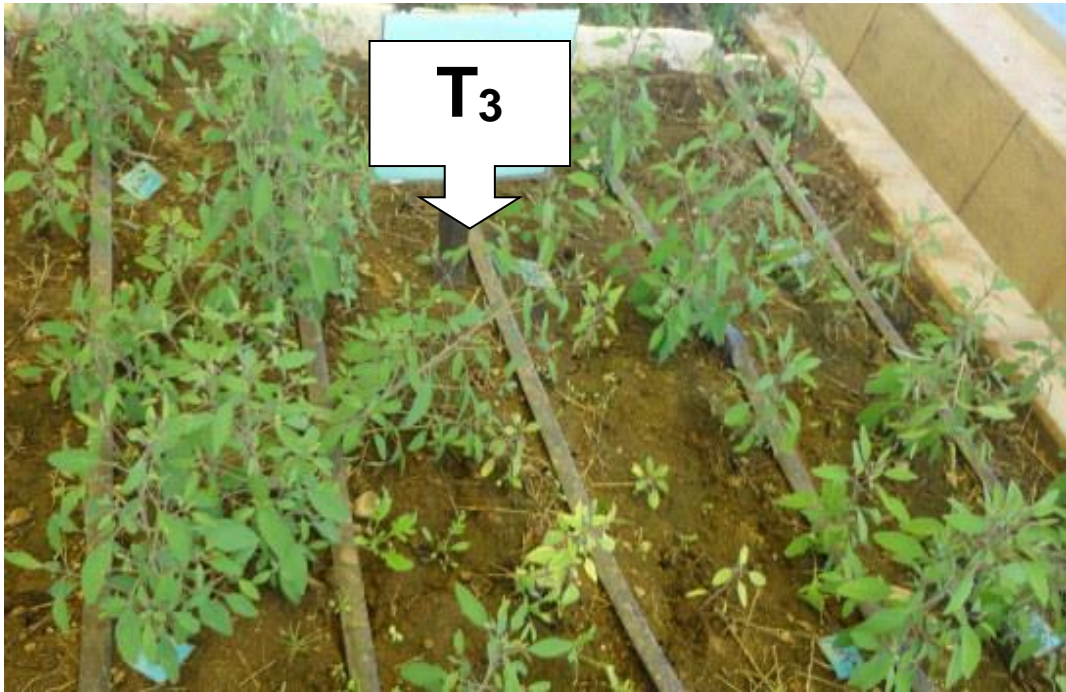
Plantas de quirquiña de tratamiento 1 (testigo)



Plantas de quirquiña de tratamiento 2 (10% AOLA)



Plantas de quirquiña de tratamiento 3 (20% AOLA)



Plantas de quirquiña de tratamiento 4 (30% AOLA)



Hojas del tratamiento T₃ (20% AOLA)



Medición de diámetro de tallo con vernier.



Pesado de planta de quirquiña húmeda.



Pesado de la quirquiña seca.

