

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE TRES BIOABONOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL  
ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.) EN LA LOCALIDAD DE TITICACHI-LA PAZ**

**GERMAN DIEGO VELASQUEZ TORRICO**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2013**

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

**EVALUACIÓN DE TRES BIOABONOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.) EN LA LOCALIDAD DE TITICACHI-LA PAZ**

Tesis de grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniería Agronómica

**GERMAN DIEGO VELASQUEZ TORRICO**

**Asesores:**

Ing. Agr. M.Sc. Tito VILCA LUCIO .....

Ing. Ph. D. Carmen del CASTILLO G. ....

**Tribunal Examinador:**

Ing. Agr. M.Sc. Bernardo TICONA .....

Ing. Agr. M.Sc. Fredy PORCO .....

Ing. Agr. M.Sc. Eduardo CHILON .....

**Aprobado**

Presidente Tribunal Examinador: .....

**2013**



U M S A

---

# DEDICATORIA

*Agradecer ante todo a Dios por darme las fuerzas  
para estudiar.*

*Con mi admiración, respeto y todo mi amor a mi  
Madre:*

*Dalia Clavijo Jofre por el esfuerzo, sacrificio y por  
todas sus enseñanzas.*

*A mis tíos Germán y gloria, por su apoyo y  
paciencia.*

*Y A toda mi familia.*

*Gracias*

# AGRADECIMIENTOS

Expreso mis sinceros agradecimientos:

- 🌱 A la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a la Facultad de Agronomía, a quien debo mi formación.
- 🌱 A los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por formar y transmitir sus conocimientos.
- 🌱 Agradecer a mis asesores Ing. Carmen del Castillo G. por su colaboración, apoyo, como también al Ing. Albis Pastrana y al Ing. Lucio Tito Vilca por sus valiosas sugerencias en el desarrollo del presente trabajo.
- 🌱 Agradecer a mis queridos padres que siempre me apoyaron y hermanos, como también a la familia Valencia que indirectamente me enseñó a mejorar día a día, esperando algún día, llegar a todos los propósitos trazados en la vida.
- 🌱 A mis compañeros de la Facultad, por brindarme su apoyo, por su amistad y por la colaboración de opiniones para la presentación del presente trabajo de investigación.

Muchas Gracias

## INDICE GENERAL

---

	Pág.
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE TEMATICO.....	iv
INDICE DE GRAFICAS.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii

## ÍNDICE TEMÁTICO

	Pá
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1 Objetivo general .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
2.3 Hipótesis .....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
3.1 Principios de la agricultura orgánica .....	3
3.2 Practicas orgánicas en la producción del Romero en Bolivia .....	4
3.3 El cultivo del romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	5
3.3.1 Importancia del cultivo del romero .....	5
3.3.2 Características del cultivo del romero .....	6
3.3.3 Taxonomía del Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	6
3.3.4 Ciclo Fenológico del Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	7
3.3.5 Descripción Botánica del romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	8
3.3.6 Exigencias Agroecológicas del Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	10
3.3.6.1 Fotoperíodo .....	10
3.3.6.2 Termoperíodo .....	10
3.3.6.3 Humedad .....	10
3.3.6.4 Suelo .....	11
3.4 Fertilizantes y abonos orgánicos .....	11
3.4.1 Forma de los fertilizantes químicos en el suelo .....	11
3.5 Abonos orgánicos .....	11
3.5.1 Biol .....	12
3.5.1.1 Elaboración del biol .....	13
3.5.1.2 Uso del biol en la agricultura .....	13
3.5.1.3 Ventajas y desventajas del biol .....	13
3.5.2 Te de estiércol .....	14
3.5.2.1 Elaboración del te de estiércol .....	14
3.5.2.2 Uso del te de estiércol en la agricultura .....	15
3.5.2.4 Ventajas y desventajas del te de estiércol .....	15
3.5.3 Purín .....	15
3.5.3.1 Elaboración del purín .....	15
3.5.3.3 Uso del purín en la agricultura .....	16
3.5.3.4 Ventajas y desventajas del purín .....	16
3.6 Características de los nutrientes .....	17
3.6.1 Requerimientos de nutrientes del cultivo del romero .....	18
3.7 Fertilización foliar .....	18
3.7.1 Mecanismos de absorción de la nutrición foliar .....	19
3.7.2 Rutas de absorción foliar .....	20
3.7.3 Velocidad de absorción .....	21
3.7.4 Translocación .....	21
3.7.5 Alcances de la fertilización foliar .....	22

3.8	Labores culturales del cultivo del romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	23
3.8.1	Preparado del terreno .....	23
3.8.2	Abonado .....	23
3.8.3	Propagación .....	23
3.8.4	Siembra .....	24
3.8.5	Densidad .....	24
3.8.6	Deshierbe .....	24
3.8.7	Aporque .....	24
3.8.9	Cosecha y pos cosecha .....	24
3.9	Plagas y enfermedades .....	25
3.10	Propiedades medicinales .....	26
4.	LOCALIZACIÓN .....	27
4.1	Ubicación Geográfica .....	27
4.2	Coordenadas geográficas .....	28
4.3	Características climáticas .....	28
4.4	Características fisiograficas y ecológicas .....	28
4.5	Suelo .....	29
5.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
5.1	Materiales .....	30
5.1.1	Material vegetal .....	30
5.1.2	Material de campo .....	30
5.1.3	Material de abonos .....	30
5.2	Metodología .....	30
5.2.1	Fase de campo .....	30
5.2.2	Selección de parcela .....	31
5.2.2.1	Trazado de las unidades experimentales .....	31
5.2.3	Muestra de suelo .....	32
5.2.4	Muestras de los abonos liquidos .....	33
5.2.5	Abonamiento organico en la parcela experimental .....	33
5.3	Diseño experimental .....	34
5.4	Factores de estudio y tratamiento .....	34
5.5	Modelo lineal estadístico .....	36
5.6	Croquis del experimento .....	36
5.7	Variables de respuesta .....	37
5.7.1	Variables Agrónomicas .....	37
5.7.1.1	Altura de planta .....	37
5.7.1.2	Diametro del cuello de planta .....	37
5.7.1.3	Numero de hojas por planta .....	38
5.7.2	Variables edaficas .....	38
5.7.2.1	Propiedades físicas .....	38
5.7.2.2	Propiedades químicas .....	38
5.7.3	Variables económicas .....	38
5.7.3.1	Costos variables (CV) .....	38
5.7.3.2	Beneficio Bruto (Bb) .....	39
5.7.3.3	Beneficio neto (Bn) .....	39

5.7.3.4 Beneficio costo (B/C) .....	39
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
6.1 Caracterización Agroclimatológica .....	40
6.1 Variables agronómicas .....	41
6.1.1 Altura de Planta .....	41
6.1.2 Diámetro del cuello de la planta .....	44
6.1.3 Numero de hojas por planta .....	46
6.2 Análisis de contenido de nutrientes de los fertilizantes líquidos orgánicos .....	48
6.2.1 Contenido de nutrientes de los tres bioabonos .....	49
6.3 Variables edáficas .....	53
6.3.1 Efecto de los bioabonos sobre las propiedades físicas del suelo .....	53
6.3.1.1 La Textura en el área de estudio .....	54
6.3.1.2 Densidad aparente y Densidad real .....	54
6.3.1.3 La Porosidad .....	57
6.3.1.4 Almacenamiento de agua .....	59
6.3.2 Efecto de los bioabonos sobre las propiedades químicas del suelo .....	62
6.3.2.1 Estudio de Ca, mg, Na, K y acides de cambio en el suelo .....	62
6.3.2.2 Estudio de la conductividad eléctrica en el suelo .....	65
6.3.2.3 Estudio del nitrógeno en el suelo .....	67
6.3.2.4 Estudio del fosforo en el suelo .....	69
6.4 Analisis Económico parcial de la relación costo-beneficio en la producción del romero ..	71
7. CONCLUSIONES .....	74
8. RECOMENDACIONES .....	76
9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	77
ANEXOS .....	82

## INDICE DE GRÁFICOS

---

	Pág.
Gráfico 1. Distribución de las unidades experimentales.....	36
Gráfico 2. Medición de altura de planta con Bioabonos.....	43
Gráfico 3. Diámetro del cuello de la planta con bioabonos antes de la floración.....	45
Gráfico 4. Número de hojas por planta de acuerdo a los tratamientos.....	47
Gráfico 5. Contenido de nutrientes (N,P,K y CO) en el biol, té de estiércol y purín.....	50
Gráfico 6. Indicadores de conductividad eléctrica y ph en el biol, té de estiércol y purín.....	50
Gráfico 7. Evaluación de la densidad aparente y real de toda la unidad experimental de estudio.	55
Gráfico 8. Evaluación de la porosidad de toda la unidad experimental de estudio.....	57
Gráfico 9 Evaluación del almacenamiento de H <sub>2</sub> O en toda la unidad experimental de estudio....	60
Gráfico 10.Evaluación de niveles de cationes cambiables (Ca, mg, Na y K) y acides cambiable en el suelo con relación a los tratamientos.....	63
Gráfico 11. Evaluación del incremento del índice de conductividad eléctrica (CE) en el suelo con relación a los tratamientos.....	65
Gráfico 12. Evaluación del incremento del N en el suelo con relación a los tratamientos.....	68
Gráfico 13. Evaluación del incremento del P en el suelo con relación a los tratamientos.....	70
Gráfico 14. Análisis de los ingresos (Bs)-costo (Bs) y B/C.....	72

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimiento del cultivo del romero antes de la floración.....	18
Cuadro 2. Descripción del estudio del contenido de nutrientes en unidades y métodos del biol, té de estiércol y purín.....	35
Cuadro 3. Caracterización Agroclimatológica.....	40
Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de planta.....	42
Cuadro 5. Análisis de varianza del diámetro del cuello de la planta.....	44
Cuadro 6. Análisis de varianza del número de hojas por planta.....	46
Cuadro 7. Descripción del contenido de nutrientes del biol, té de estiércol y purín.....	49
Cuadro 8. Evaluación de la densidad aparente y real en los cuatro bloques de estudio.....	54
Cuadro 9. Evaluación de la porosidad en los cuatro bloques de estudio.....	57
Cuadro 10. Contenido de almacenamiento de agua en los cuadro bloques de estudio.....	59
Cuadro 11. Contenido de acides cambiabile (A.C.), Ca, Mg, Na y K en los suelos de los cuatro bloques de estudio.....	63
Cuadro 12. Evaluaciones de la conductividad eléctrica en los suelos de los cuatro bloques .....	65
Cuadro 13. Contenido del nitrógeno en los cuatro bloques de estudio.....	67
Cuadro 14. Contenido de fósforo en el suelo de los cuatro bloques de estudio.....	70

## INDICE DE FIGURAS

---

	Pág.
Figura 1. Planta del romero.....	9
Figura 2. Mapa de ubicación de la comunidad de Titicachi.....	27

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

---

	Pág.
Fotografía 1. Características Fisiográficas de Titicachi.....	29
Fotografía 2. Diagnóstico de la Parcela.....	31
Fotografía 3. Letreros en las unidades experimentales.....	32
Fotografía 4. Muestreo de suelo para ser analizados por el (IBTEN).....	32
Fotografía 5. Muestreo de bioabonos líquidos.....	33
Fotografía 6 Medición de altura de planta.....	43
Fotografía 7. Conteo del número de hojas por planta del romero.....	48

## INDICE DE ANEXOS

---

Anexo 1	Datos del análisis de varianza
Anexo 2	Análisis de varianza con el programa SAS
Anexo 3.	Análisis de las pruebas de Duncan con el programa SAS
Anexo 4.	Resultados del IBTEN de los Contenidos de nutrientes de los tres bioabonos
Anexo 5.	Resultados de análisis de suelo por el IBTEN
Anexo 6.	Análisis económico y costos de producción
Anexo 7.	Entrevista al agricultor Esteban Jalja
Anexo 8.	Fotografías en toda la fase de experimentación

## **RESUMEN**

La localidad de Titicachi (municipio de Copacabana), ofrece un clima variable, con predominancia de clima frío seco, a una altitud de 3810 m.s.n.m. con una temperatura promedio mensual en verano de 17°C y en invierno 3°C, con precipitación promedio anual de 823 mm, con vientos fuertes en la época de invierno y una alta incidencia de heladas y granizos.

El experimento evaluó el efecto de tres bioabonos en la producción del cultivo del romero, distribuidos en un diseño de bloques al azar con cuatro bloques de estudio distribuidos en condiciones de campo abierto.

Los tres bioabonos han sido: el biol, te de estiércol y purín para la producción del cultivo del romero en crecimiento. Los resultados permitieron ver que el uso del bioabono del purín obtuvo mayor eficacia y mejora las siguientes características en el suelo: porosidad, crecimiento, diámetro, retención de humedad y capacidad de campo.

Se elaboraron los tres bioabonos in-situ, transcurridos dos meses después de su fermentación se procedió al trazado de las unidades experimentales de 5x6m, donde en las 4 terrazas se ubicaron 4 unidades experimentales dando un total de 16 unidades experimentales.

El romero se encontraba plantado en el lugar, por tanto se hicieron las respectivas identificaciones 10 por cada Tratamiento (T), T1: testigo, T2: Biol, T3: Te de estiércol y T4: Purín. Se procedió a las aplicaciones correspondientes con una dosis de 2lts del bioabono puro con 18 lts de agua y 1ml de adherente que sirve para que sea aprovechado el fertilizante donde no provoca la lixiviación y la evaporación del fertilizante aplicado todo introducido a la mochila aspersora para su aplicación, el procedimiento era igual para los tres bioabonos donde transcurridos 15 días para la toma de datos, como altura de planta, diámetro del cuello de la planta y número de hojas por conteo simple, desde el 25 de enero del

2012, hasta el 15 de julio del 2012 donde se realizaron las aplicaciones antes de la floración un total de 7 aplicaciones cada 15 días.

Se procedió con la toma de muestra del suelo de los cuatro bloques por el método zigzag, para luego llevar a que será realizados los análisis físico y químico en el Instituto Boliviano Tecnológico Nuclear (IBTEN), los cuales se evaluaron de acuerdo a las variables de respuesta, donde se llegó a conocer que el bioabono purín es el más efectivo.

Como fase final se realizó el estudio económico dando una entrevista personal al agricultor encargado del cultivo del romero Esteban Jalja y también averiguando la compra y venta del romero en los mercados de la ciudad de La Paz, dando como respuesta en el B/C que el bioabono purín y biol son rentables dado que por cada 1Bs invertido se gana 40 centavos de bolivianos.

Finalmente recalcar la importancia del romero desde el punto de vista de la agricultura este cultivo no es de gran importancia, cuya propagación y multiplicación en la producción es dificultosa, pero en los últimos años se ha multiplicado en porcentajes de sobrevivencia aceptables como la fertilización química (urea) y estiércol bovino por una institución como: LABORATORIOS VALENCIA así como personas netamente dedicadas a la agricultura de plantas aromáticas como: Esteban Jalja y otros. El dominio de la técnica de los bioabonos es conservado de alguna manera como premio por la dedicación de los mismos.

# **EVALUACIÓN DE TRES BIOABONOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.) EN LA LOCALIDAD DE TITICACHI-LA PAZ**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El romero es una planta de gran importancia como en lo medicinal y en lo culinario, y es aprovechable por grandes industrias farmacéuticas para su consumo.

La agricultura orgánica toma cada vez mayor importancia en el país y en el mundo, debido a la gran rentabilidad; reporta buenos ingresos por menor unidad de superficie, donde representa los medios importantes para lograr el mejor aprovechamiento en nutrientes tanto en la planta como en el suelo.

Un aspecto, interesante de la agricultura orgánica es que recién constituye una labor específica en los cultivos aromáticos y que debe ser aprendida. Por lo cual, el conocimiento de ciertas técnicas de la agricultura orgánica como los preparados de los bioabonos es plenamente necesaria en la práctica, por representar ingresos al agricultor, además son de gran interés, para la mayoría de los viveristas, y otros que se dediquen netamente a la multiplicación de plantas aromáticas.

Al igual que en el Altiplano y en la localidad de Titicachi la agricultura de plantas aromáticas representa una actividad económica de regular importancia ya que de las 220 familias que es la población de Titicachi solo cultivan 8 familias donde es comercializado un 80% a Empresas medicinales y solo un 20% se comercializara en los mercados de Copacabana y de la ciudad de La Paz, el cual necesita conocimientos de preparados orgánicos, para obtener buenos rendimientos y calidad del producto, partiendo desde ese punto de vista, es necesario introducir conocimiento de nuevas tecnologías alternativas como los abonos orgánicos tanto en manejo agronómico, riego tecnificado, maquinaria agrícola, insumos y materiales residuales.

Este último es sin duda el más importante dentro para la elaboración de los abonos orgánicos, es por esto que se presenta una alternativa al estudio de abonos químicos que se implementaba sin conocer las consecuencias tanto en el suelo como en el medio ambiente.

En la localidad de Titicachi la principal actividad económica es la pesca seguido de la agricultura donde predomina más la producción de papa, haba y el objeto de estudio que es el romero.

Cranko (1994), Menciona que el romero era una planta silvestre desde hace 521 años, donde en la revolución verde por el año 1962 se conoció la importancia de propiedades curativas por el doctor Weaver Hamilton de nacionalidad Alemana, que gracias a sus avances se instaló la primera domesticación del romero ya como cultivo en el continente Europeo al sur de Francia, donde la utilización del romero es para fines farmacéuticos y culinarios que empezó a incrementarse la producción de esta planta, debido a la creciente demanda de los consumidores.

No obstante, esta situación ha comenzado a expandirse en América Latina. En Bolivia la situación es diferente porque el romero es conocido sobre todo en las zonas rurales, porque presenta un gran potencial curativo para aquellas familias que no disponen de recursos económicos (Solís, 2011).

El romero referente en producción en grandes cantidades es aprovechado por las empresas medicinales. Hace 20 años en la localidad de Titicachi cultivan romero con un enfoque y pensamiento convencional, donde las consecuencias son irreversibles con el tiempo en la degradación y desgaste de nutrientes en el suelo, por eso se quiere implementar un enfoque alternativo que es la agricultura orgánica que van con los preparados de los abonos orgánicos que estos benefician tanto en la planta como en el suelo en forma sostenible, donde se divide en dos grupos de preparados en líquidos (caldo revitalizador, biol, purín, caldo de guano, caldo de ceniza y te de estiércol) y en sólido (compost, humus, ceniza, restos de cosecha y bocashi).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres tipos de bioabonos como el biol, te de estiércol y purín en la producción de romero (*Rosmarinus officianalis L.*) en la localidad de Titicachi-Copacabana.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de los tres bioabonos como el biol, te de estiércol y purín en el comportamiento agronómico del cultivo de romero.
- Evaluar el efecto de los tres tipos de bioabonos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Realizar el análisis económico parcial de la relación costo-benéfico en la producción del romero.

### **2.3 Hipótesis**

- Es similar el comportamiento agronómico del cultivo del romero respecto a la aplicación de bioabonos.
- No existe efecto de los tres tipos de bioabonos sobre las propiedades físico-químicas del suelo.
- No existe diferencia en el análisis económico en la producción del romero con los tres tipos de bioabono.

## **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Principios de la agricultura orgánica**

Ramos (2005), afirma que la agricultura responde a principios y normas de producción y calidad que la diferencian de la agricultura convencional, desarrollan cinco principios:

- 1) Proteger el medio ambiente y promover la salud en general de productores, consumidores y biodiversidad mediante el mantenimiento de la integridad e inocuidad de alimentos y productos.
- 2) Mantener la fertilidad de los suelos en el largo plazo mediante la optimización de la actividad biológica y la promoción del reciclaje de materiales, garantizando la productividad relativamente alta pero sostenible en el tiempo.
- 3) Favorecer el mantenimiento y conservación de la biodiversidad dentro de la unidad productiva y su incidencia en sus alrededores.
- 4) Incentivar la producción local de las especies nativas muy bien adaptadas al entorno natural y cultural.
- 5) Generar los propios insumos básicos en la misma unidad productiva, promoviendo de esta manera la independencia en la producción.

### **3.2 Prácticas orgánicas en la producción del cultivo del Romero (*Rosmarinus officianalis*) en Bolivia**

Royal Botanic (2010), menciona que las practicas orgánicas existentes son las exigidas por la norma NOP (programa nacional del departamento de la agricultura en Estados Unidos) y el Reglamento Europeo para cultivos orgánicos. La verificación de la empresa certificadora incluye:

- Evaluación de riesgos que pueden afectar la calidad ecológica de los productos y acciones para minimizarlos y/o evitarlos.
- Descripción, control y certificación de las fincas de producción.

Separación de las unidades no ecológicas como medida para prevenir la contaminación.

Descripción del manejo del cultivo, medidas para prevenir y controlar las plagas y enfermedades, medidas para mantener la fertilidad del suelo y prevenir la erosión, manejo de post cosecha, procesamiento y comercialización.

Procedimientos para la calidad del producto. Adicionalmente a las prácticas exigidas por la entidad certificadora, todas las fincas son manejadas bajo los conceptos de

manejo integral del cultivo (MIC), buenas prácticas agrícolas (BPA), manejo integrado de plagas (MIP), y buenas prácticas de manufacturas (BPM). Estos incluyen conceptos: desinfección de semillas (sin el uso de aditivos de químicos u otros), rotación de cultivos, barreras vivas, sistema de riego por goteo, control de plagas y enfermedades con productos naturales, post cosecha natural-ecológica y fertilización con insumos propios del lugar (Reyes, 2002).

Las prácticas de procedimiento de calidad del producto que conduce a la exportación en Bolivia donde la certificación por el senasag es indispensable porque incluye la conservación del cultivo, prácticas agrícolas orgánicas y sustentables y calidad del cultivo antes de ser consumido.

### **3.3 El cultivo del Romero (*Rosmarinus officinalis*)**

#### **3.3.1 Importancia del cultivo del Romeo**

El cultivo del romero es una planta de gran importancia porque posee propiedades químicas como el ácido rosmarinico y fenólico que es aprovechado en:

- Control de plagas y enfermedades Las plantas aromáticas son las que resultan más efectivas para estos menesteres ecológicos y de preservación del medio. Son de gran ayuda, en especial, contra hongos, arañas y pulgones. Para proteger un jardín de las incómodas e inconvenientes plagas, resulta muy efectivo realizar una circunferencia que lo rodee y sembrar, siguiendo esta circunferencia, algunas aromáticas como salvia, ruda, romero o lavanda.

- Medicinal existen diferentes campos de acción en esta planta; unos aceptados por la medicina tradicional y otros solo por la popular. Estos son algunos de los beneficios que podemos encontrar con el uso de esta planta:

- Trastornos hepáticos y biliares
- Tos
- Heridas y úlceras dérmicas
- Esquinces

- Aromático la empresa SILOE de perfumería y cosmética de la ciudad de Cochabamba-Bolivia elaboran champus y cremas naturales para el cuidado del cabello de diversas plantas como la sábila, penca de tuna, romero y palta.

- Alimenticio. Las hojas y el extracto se han usado frecuentemente como aroma o conservante de alimentos. Las propiedades antioxidantes del extracto del romero fueron arduamente estudiadas y su eficacia fue comprobada en la conservación de la vida útil de los alimentos. En la industria alimenticia, el extracto de romero es una excelente alternativa como antioxidante natural.

-Otros el romero podemos utilizarlo en hechizos para: protección, belleza, amor, deseo sexual, poderes mentales, exorcismo, purificación, curación, sueño y juventud. El romero al quemarse emite unas poderosas vibraciones limpiadoras y purificadoras, y por eso se quema para limpiar un lugar de fuerzas negativas, sobre todo, antes de realizar magia, es uno de los inciensos más antiguos.

### **3.3.2 Características del cultivo del romero**

El romero es un arbusto leñoso de hojas perenes muy ramificado, puede llegar a medir 2 mts de altura, de color verde (todo el año), con tallos jóvenes borrosos y tallos añosos de color rojizo y con la corteza resquebrajada. Las hojas pequeñas y muy abundantes, presentan forma linear. Son opuestas sésiles enteras con los bordes hacia abajo y de un color verde oscuro, mientras que por el envés presentan un color blanquecino y están cubiertas de vellosidad (Gonsales, 2001).

El mismo autor señala que en la zona de unión con la hoja con el tallo nacen los ramilletes floríferos. Las flores son de 5 mm de largo. Tiene la corona bilabiada de una sola pieza. El color es azul violeta pálido, con un pequeño diente.

### **3.3.3 Taxonomía del romero (*Rosmarinus officinalis*)**

Gonsales (2001), describe al romero como una lamiaceae cuyas raíces son expansivas y gruesas, tallo perenne y hojas compuestas perpendiculares, y su clasificación taxonómica es la siguiente:

<b>Reino</b>	: <i>Plantae</i>
<b>Subreino</b>	: <i>Tracheobionta</i>
<b>División</b>	: <i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	: <i>Magnoliopsida</i>
<b>Subclase</b>	: <i>Asteridae</i>
<b>Orden</b>	: <i>Lámiales</i>
<b>Familia</b>	: <i>Lamiaceae</i>
<b>Subfamilia</b>	: <i>Nepetoideae</i>
<b>Tribu</b>	: <i>Mentheae</i>
<b>Género</b>	: <i>Rosmarinus</i>
<b>Especie</b>	: <i>R. officinalis</i>
<b>Nombre binomial</b>	: <i>Rosmarinus officinalis</i>

### 3.3.4 Ciclo fenológico del romero (*Rosmarinus officinalis*)

Lescano (1994), señala que en el cultivo del romero se distinguen cinco fases fenológicas, las cuales se describen a continuación:

**0. Emergencia:** Es la aparición de los cotiledones sobre la superficie del suelo. Esta fase es muy susceptible al ataque de los pájaros.

**1. Dos hojas verdaderas:** Son las primeras hojas en realizar la fotosíntesis o fabricación de alimentos, para el crecimiento y desarrollo de la planta.

**2. Ramificación:** Llamado también enramado, se inicia el desarrollo de las ramas secundarias que aparecen en la base de la planta en forma opuesta y es la fase donde empieza el desarrollo vegetativo de las ramas laterales en un tiempo de 8 meses.

**3. Formación de inflorescencia:** Fase en la que se observa la aparición de las primeras inflorescencias en la rama principal de la planta.

**4. Floración:** Se considera floración cuando se tiene un 50% de apertura de las flores en la rama principal y la duración de la floración por inflorescencia es de 5 a 24 días, siendo la apertura de la flor de 2 a 8 días.

**5. Madurez fisiológica:** Cuando las semillas del romero frescas acumulan un máximo de materia seca y máximo tamaño de grano, por lo que se rompe la nutrición o traslado de los nutrientes hacia la semilla y se da cuando el 5% de los primeros granos inicien o estén por desgranarse.

### **3.3.5 Descripción botánica del Romero (*Rosmarinus officinalis*)**

Este arbusto desarrolla en climas tropicales, subtropicales y húmedos, y en suelos áridos, secos, ligeros, algo arenosos, muy permeables, bien drenados, calcáreos o pobres, pero no se adapta a las tierras arcillosas compactas.

La semilla puede medir de 1 a 2 mm donde se recolectan frescas para que después proceder al secado donde posteriormente se hará la plantación en las almacigueras.

La raíz principal se caracteriza por tener un diámetro ancho, mientras que las raíces secundarias y adventicias son filamentos largos y delgados.

Su tallo es sin pedúnculo que es angosto, leñoso y muy ramificado.

Posee hojas cortas, estrechas, agudas y muy olorosas, que crecen en ángulo muy cerrado en el tallo. Presenta un color verde en el haz y blanquecino en el envés, y miden de 1 a 3 cm de largo por 3 mm de ancho aproximadamente.

Las flores del romero crecen formando racimos, y pueden ser de color blanco, rosado, lila, violeta y azul pálido con algunas manchas alargadas.

Presenta un fruto de forma ovalada con tamaño de 2 a 2.5 mm de largo, por 1 mm de ancho.

La planta del romero presenta las siguientes características empezando desde la semilla hasta el fruto que se presenta a continuación en la figura 1.



**Figura 1. Planta del romero donde a. Rama de floración; b y c. flores en forma de boca y sapo; d. flor de corte longitudinal; e. estambres; f. anteras; g. pistilo; h. flor infértil (falsa); i. cáliz; j. corte longitudinal del ovario; k. corte transversal del ovario; l. fruto; m. fruto sin cáliz; n. corte longitudinal del fruto; o. ovario en forma de tuercas ovaladas del mismo tamaño y de diferentes lados; p. corte longitudinal del fruto.**

### **3.3.6 Exigencias agroecológicas del romero (*Rosmarinus officinalis*)**

Su hábitat son los espacios cubiertos de matorral mediterráneo, ubicándose en laderas soleadas y montañosas cerca del mar y protegido del viento. Se extiende por terrenos con sustratos calcáreos, asentándose entre pedregales, o arenosos con gran permeabilidad, ya que necesita muy poca humedad para crecer. Sobrevive hasta los 1.500 m de altitud y soporta temperaturas mínimas de 10° C bajo cero. Crece de forma natural acompañado de otras plantas aromáticas como tomillos, lavandas o jaras (Gonsáles, 2001).

#### **3.3.6.1 Fotoperiodo**

Según Cranko (1994), reporta que el largo del día juega un papel muy importante en la adaptación de los cultivares, cada planta del romero tiene una exigencia en horas luz para iniciar el proceso de floración. El largo del día en un lugar está determinado por la latitud y el día del año. En el Ecuador con pequeñas diferencias el largo del día es de 12 horas. A medida que avanzamos desde el Ecuador hacia los polos en verano, el largo del día se incrementa y en invierno se acorta.

#### **3.3.6.2 Termo periodo**

El factor directo de la floración con el mínimo fotoperiodo son necesarios en adecuadas temperaturas. En realidad la floración es inducida entre el largo del día y la temperatura, y esta interacción determina los límites de adaptación del romero. Es decir una alta luminosidad generalmente va acompañada por altas temperaturas, por eso que son ventosas, con cielo despejado y fuerte radiación son favorables para este cultivo (Cranko, 1994).

Maroto (1995), afirma que es una planta resistente al frío, requiere temperaturas altas y fotoperiodos largos. La temperatura mínima es de -5°C y la temperatura óptima de

#### **3.3.6.3 Humedad**

Maroto (1995), señala que las variaciones bruscas de la humedad en el terreno pueden inducir el crecimiento de la planta pero la calidad disminuye en cuanto a nutrientes, el exceso de humedad en el periodo de formación de las hojas afecta negativamente al proceso de acumulación nutritiva (ácido rosmarínico).

#### **3.3.6.4 Suelo**

Villarroel (1988), menciona que el romero se desarrolla bien en suelos francos y franco arcillosos de topografía con pendientes de un 27% y planas con contenido de materia orgánica.

### **3.4 Fertilizantes y abonos orgánicos**

La FAO (2002), indica que puede ser llamado fertilizante a cualquier material natural o industrializada que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los nutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio.

#### **3.4.1 Forma de los fertilizantes químicos en el suelo**

Según Rodríguez (1991), los nutrientes en el suelo se encuentran en diversas formas y son dinámicos que pasan de una forma a otra de acuerdo a las circunstancias. Las formas son:

- **Solubles:** en la solución del suelo (móvil con el agua, fácilmente absorbido por las plantas).
- **Cambiables:** en forma de cationes y aniones débilmente unidos a los puntos con carga eléctrica de los complejos de cambios (partículas de humus y arcillas), normalmente son fácilmente disponibles.
- **De reserva:** constituyen la mayor parte de los nutrientes del suelo y son débilmente solubles.

La dinámica ideal es que los nutrientes estén almacenados con enlaces débiles, de esta manera se protegen del lavado, compensan excesos al fijarlos pero no inmovilizarlos y en caso de sustracciones se movilizan en cantidades suficientes.

### **3.5 Abonos orgánicos**

Morales (1987), afirma que se denomina abonos a aquellas sustancias que desempeñan diversas funciones, directas e indirectas, que influye sobre el crecimiento de las plantas y sus cosechas, obrando como nutrientes, agente movilizador de sustancias, catalizador de los procesos vitales, modificador de la flora microbiana útil, enmienda mejoradora de las propiedades físicas del suelo y otras.

Para Reyes (2002), los abonos orgánicos son todos los residuos de las cosechas, las malezas secas, los abonos verdes, las basuras en general y desechos de cocina, las cenizas, tierra de bosque y el estiércol. Como también son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

El mismo autor señala que esta clase de abonos no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aporta nutrientes y modifica la población de los microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retentividad de agua, intercambio de gases y nutrientes a nivel de las raíces de las plantas.

### **3.5.1 El Biol**

Lázaro (2007), señala que el biol es el efluente líquido que se descarga frecuentemente del biodigestor y por medio de filtración y floculación se separa la parte líquida de la sólida, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales, este efluente se puede aplicar al follaje como a la semilla haciendo inhibiciones. El biol puede emplearse en disoluciones crecientes a razón de 600 l/ha y aplicarse en cualquier cultivo o vegetal, las soluciones más aplicadas son de 25 y 50% de biol, se debe tener en cuenta la aplicación del biol, el uso de un adherente a razón de 25cc para la disolución.

Reyes (2002), indica que el biol se obtiene de procesos de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollan principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales sin embargo, en los últimos años, esta técnica esta priorizado la producción de bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol.

El mismo autor menciona que el biol es el líquido que se descarga de un digestor y es lo que se utiliza como abono foliar permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas donde existen diversas formas para enriquecer el biol en el contenido de fitoreguladores así como de sus precursores, mediante la

adición de alfalfa picada en un 5% del fosforo adicionando vísceras de pescado (1kg/m<sup>2</sup>).

### **3.5.1.1 Elaboración del Biol**

Para Medina (1992) el propósito fundamental para la implementación de los biodigestores es la producción del abono líquido y sólido, esta se puede realizar de diversas formas, pero garantizando las condiciones anaeróbicas. Una de las formas para producir abono, es lo que se viene implementando con el nombre de los biodigestores que consiste en lo siguiente: Los materiales que se utilizan son una manguera de plástico gruesa cerrada de 5m como mínimo, 40 cm de tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro, una botella de gaseosa (1.5lts) descartable y tiras de jebe.

La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación, sin embargo si utilizamos estiércol fresco utilizaremos tres cantidades de agua por una de estiércol (Reyes, 2002).

### **3.5.1.2 Uso del Biol en la agricultura**

El CIAT (1999), señala que los abonos líquidos aumentan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra el ataque de las plagas y enfermedades, permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y heladas.

### **3.5.1.4 Ventajas y desventajas del biol**

Según Quino (2008), las ventajas o beneficios del biol son los siguientes:

- No se usa bolsas para su manejo.
- No contamina el suelo, aire y el agua.
- No contamina el producto final.
- Incrementa el rendimiento en un 30%, esto se debe a la presencia de cuatro compuestos importantes: N-NH<sub>4</sub> (Nitrógeno amoniacal, aminoácidos, hormonas y vitaminas).
- Actúa como repelente a las plagas.
- Es un abono económico.

En cuanto a las desventajas, el mismo autor señala lo siguiente:

- Largo proceso de fermentación (3-4 meses).
- Requiere de una agitación constante.
- Su producción depende del clima, las bajas temperaturas afectan a la producción, se usa solo como abono complemento y no de fondo como el estiércol.

### **3.5.2 Té de Estiércol**

El té de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En el proceso de hacerse té, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles por las plantas (Reyes 2002).

El mismo autor señala que se trata de hacer de un líquido fertilizante a partir de excrementos animales, en primer lugar quiero decir que esto no debe hacerse en ningún caso dentro de un piso ni en su balcón, desaconsejo hacerlo en una vivienda urbana aunque sea en un patio. Lo suyo es hacerlo en un descampado, huerto, terreno de un amigo, parking bien ventilado etc. hay que tener en cuenta que la fermentación produce larvas y fauna variopinta (no doméstica) y fuertes aromas.

#### **3.5.2.1 Elaboración del té de estiércol**

El procedimiento para preparar el té de estiércol es bastante sencillo; para esto se llena un costal hasta la mitad con cualquier tipo de estiércol, se amarra el costal con una cuerda dejando una de las puntas de 1.5mts de largo, seguidamente se sumerge el costal con el estiércol de un tanque con una capacidad para 200lts de agua, tapa la boca con un pedazo de plástico, y se deja fermentar durante dos semanas de esta manera el té de estiércol está listo (Reyes, 2002).

La elaboración del abono del té de estiércol es bastante sencillo donde se usa 25 lb de estiércol, hojas de leguminosa 8 libras y por último una piedra en el saquillo, atar el saquillo con la cuerda y colocar en un turril lleno de agua, al final se tapa el turril para dejar fermentar por 2 semanas dentro de un turril, con 200lts de agua (Escalante, 2005).

### **3.5.2.2 Uso del té de estiércol en la agricultura**

Para Quino (2008), los abonos líquidos incrementan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra el ataque de las plagas y enfermedades, permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y heladas. Por eso es que los agricultores en América adoptaron este abono orgánico líquido opcional.

### **3.5.2.3 Ventajas y desventajas del té de estiércol**

Quino, (2008) indica que el abono del té de estiércol no es un abono perfecto y fácil de obtener si no tiene una serie de ventajas y desventajas que se presenta a continuación:

#### **Ventajas**

- Es útil cuando se obtiene este abono en pequeñas cantidades
- Es fácil de conseguir
- Mejora la textura y estructura del suelo
- Aumenta la actividad microbiana en el suelo

#### **Desventajas**

- Solo es útil en áreas pequeñas
- Se necesita mano de obra
- Se necesita tiempo para la fermentación

### **3.5.3 Purín**

Los purines son una mezcla de orina, la parte líquida que son restos de todo tipo de estiércoles de animales y usualmente agua que se forma al reunir los desechos de animales domésticos, principalmente cerdos de criadero. Junto a otros materiales orgánicos entre los que destacan los residuos sólidos urbano (Quino, 2008).

#### **3.5.3.1 Elaboración del Purín**

Reyes (2002), reporta que mezclando el estiércol porcino y la orina de los animales se obtiene el purín rico en nitrógeno y micro elementos, tiene un alto contenido en

aminoácidos, e incrementa la actividad microbiana del suelo. El purín es una mezcla líquida de un 20 a 25% de estiércol y un 80 a 85% de orinas.

El mismo autor señala que se puede recolectar el purín en pequeños tanques de 0.50m x 0.60m de profundidad. Se construye en un establo con pendientes del 2% y se cubre con cemento. Este debe tener un tipo de canaleta al centro o al costado que lleve un tanque recolector, donde se filtrara la orina mezclada con estiércol. El purín está listo para ser utilizado a los 15 días de ser recolectado.

### **3.5.3.2 Uso del Purín en la Agricultura**

El purín se aplica al follaje en todos los cultivos como papa, maíz y hortalizas. Se recomienda aprovechar la carga orgánica y fertilizante que estos poseen para la utilización en la agricultura, dando así una solución a un producto difícilmente eliminable (Reyes, 2002).

Hoy en día los purines son utilizados con más frecuencia debido a la creciente preocupación de los productores de disminuir el uso de agroquímicos y preservar el ambiente.

### **3.5.3.3 Ventajas y desventajas del purín**

Al respecto Quino, (2008) explica que el purín es un abono difícil de adquirir pero fácil en su preparación y las ventajas y desventajas se presenta a continuación:

#### **Ventajas**

- Aporta nitrógeno en grandes cantidades en la planta como en el suelo
- Mejora la textura y estructura del suelo
- Aumenta la actividad microbiana en el suelo
- Nivelan el pH en el suelo
- Incrementa las propiedades químicas en el suelo
- Es fácil y en corto tiempo en su preparación

## **Desventajas**

- Materiales difíciles de obtener
- Aporta pocos Micronutrientes
- Se necesita mano de obra para su elaboración

### **3.6 Características de los nutrientes**

Según Chilón (1996), las características sobresalientes, sus deficiencias y los excesos de los siguientes nutrientes son:

#### **1) Nitrógeno**

La absorción de este elemento es muy elevada porque influye en el tamaño y el grosor de las hojas. Los síntomas de deficiencia de nitrógeno se observa con un crecimiento erecto de las hojas que muestran una coloración amarillo pálida o verde amarillenta. Una sobre aplicación en etapas tempranas de crecimiento promoverá un excesivo desarrollo foliar y aplicaciones tardías retrasan la madurez e incrementan la susceptibilidad de las plantas.

#### **2) Fosforo**

Se considera suficiente la aplicación en el abonado de fondo. Este elemento está relacionado con la resistencia, transporte y mejor conservación. Las deficiencias se observan en el desarrollo lento de las plantas, retraso en la madurez y cuellos delgados. Esta deficiencia es más común en suelos alcalinos y pobremente drenados.

#### **3) Potasio**

Este elemento favorece el desarrollo y la riqueza en ácido rosmarinico, favoreciendo también en la conservación. Su deficiencia se observa en las puntas de las hojas que toman una coloración café y mueren. En cuanto al potasio disponible (Kd), generalmente en Bolivia los suelos están dotados. La aplicación adicional se lo hace en almacigueras.

#### 4) Azufre y calcio

Es un elemento muy importante porque proporciona en los compuestos aromáticos sulfuro de alilo. Suelos con bajos contenido de azufre afecta la disminución del ácido rosmarinico en las hojas principalmente.

Esto se puede corregirse utilizando como fuente nitrogenada sulfato de amonio. La deficiencia se encuentra muchas veces en el romero. Producción de pocas hojas de color verde, el calcio ejerce una influencia marcada en la formación de hojas más gruesas.

##### 3.6.1 Requerimiento de nutrientes del cultivo del romero

Para Maroto (1995), los requerimientos de nutrientes de mayor importancia para el desarrollo del cultivo del romero se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Requerimiento del cultivo del romero (*Rosmarinus officinalis*) antes de la floración**

Nutrientes	Porcentaje %
Nitrógeno	100
Fosforo	50
Potasio	100

##### 3.7 Fertilización foliar

El CIAT (1999), menciona que bajo el concepto de fertilización foliar, se entiende el pulverizar soluciones diluidas de nutrimentos sobre las hojas, que pueden ser suministradas en forma de sales, líquidos o suspensiones.

Al respecto Acosta (1969), sostiene que a través de la fertilización foliar se logra de inmediato el abastecimiento de nutrientes a la hoja, sin que este proceso sea perjudicial para la absorción radicular o traslocación dentro de la planta, es útil donde se trata de eliminar en forma rápida síntomas de deficiencia y completar el abastecimiento de nutrientes en el suelo.

### 3.7.1 Mecanismos de absorción de la nutrición foliar

Espinoza (1995), menciona que las plantas pueden alimentarse a través de las hojas mediante la aplicación de sales nutritivas disueltas en agua. Los nutrientes penetran en las hojas de las plantas a través de aperturas denominadas estomas. Estas estructuras se encuentran tanto en la superficie foliar superior (haz), como inferior (envés), y son importantes en la absorción de nutrientes vía foliar.

El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en tres etapas: 1) las sustancias nutritivas aplicadas en la superficie penetran la cutícula y la pared celular por difusión libre, 2) las sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática y en la tercera, pasan al citoplasma mediante el proceso metabólico (Espinoza, 1995).

Villarreal (1998), manifiesta que en el mecanismo de absorción foliar, se considera la entrada de los iones y moléculas aplicadas, que pasan al simplasto foliar. Las partículas deben superar dos barreras, la cutícula para entrar en el apoplasto y el plasmalema, para pasar del apoplasto al simplasto, completando el fenómeno de la absorción. La absorción de cationes por la hoja es más rápida. Existen dos fases de absorción foliar, que son la pasiva y la activa.

**La absorción pasiva**, consiste en la penetración de iones y moléculas por medio de procesos físicos, a favor de gradiente de concentración y sin gasto de energía metabólica, como difusión simple, osmosis, difusión facilitada, flujo de masa, intercambio iónico.

**La absorción activa o metabólica**, es la entrada o salida de iones y moléculas en el simplasto. El paso del apoplasto se realiza contra gradiente de concentración, exige que ellas atraviesen el plasmalema y que requieran de un gasto de energía metabólica que provengan del proceso de respiración.

Villarreal (1998), menciona que los nutrientes son absorbidos por la planta y se mueven a través de ellas con bastante rapidez. Las cantidades que absorben, parecen relativamente pequeñas, pero la eficiencia es muy elevada. El 95% de estos materiales aplicados en forma soluble a las hojas, puede ser utilizado por las plantas.

Si aplicamos una cantidad similar al suelo, tan solo el 10% de los mismos serán utilizados por la planta.

Maldonado (1998), señala que la penetración de los abonos a través de las hojas tiene lugar de día y de noche, por las dos caras de las mismas, pero se realiza con más intensidad por el haz de los folíolos, sin que en ello tenga intervención alguna la apertura y cierre de los estomas. Así mismo se verifica también por los tallos, flores, frutos, corteza de ramas y troncos.

El mismo autor menciona que la luz activa la penetración foliar. Que es más intensa de día que de noche. Así mismo varía con la temperatura cuyos óptimos se encuentran entre los 16 y 20 °C; pero tiene lugar también a cero grados centígrados, durante la parada invernal; en cambio, más allá de los 30°C la penetración es casi nula.

### **3.7.2 Rutas de la absorción foliar**

Al respecto Acosta (1969), indica que las hojas cuando la cutícula se hidrata, se expande y las concreciones cerosas en su superficie, se aparta facilitando la penetración y cuando la cutícula se deshidrata se contrae, impidiendo la penetración de los nutrientes. Cuando los nutrientes pasan se encuentran con las membranas celulares de la epidermis que presentan ectodermos, las células vivas están interconectados mediante el plasmodesmo, es aquí donde comienza la nutrición foliar, depende de la eficiencia y cantidad de ectodermos presente en los tejidos epidérmicos.

Rodríguez (1982), sostiene que las paredes de las hojas poseen propiedades hidrofílicas y lipofílicas, las sustancias deben atravesar la cutícula, las paredes (primaria y secundaria) y la membrana plasmática hasta llegar al interior. La cutícula principalmente está formada por pectinasa, ceras y fibras celulósicas, en ella actúa el pasaje de las sustancias, grupos hidrofílicos (que dejan pasar agua e iones) y grupos lipofílicos (que dejan pasar sustancias no polares, que no tienen carga eléctrica). Atravesada la cutícula, las sustancias traspasan a través de los ectodermos que son

espacios con una densidad menor de microfibrillas en las paredes primarias y secundarias.

### **3.7.3 Velocidad de absorción**

Espinoza (1995), menciona que la velocidad de absorción de los nutrientes por vía foliar es muy variable ya que depende de varios factores:

- Especie cultivada
- Ion acompañante.
- Condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa, incidencia de lluvias.
- Condiciones tecnológicas de la absorción.

Así mismo indica que los distintos nutrientes difieren acentuadamente en cuanto a la velocidad con que son absorbidos por el follaje, por ejemplo el nitrógeno se destaca nítidamente por la rapidez con que es absorbido, necesitándose solamente de 1 a 6 horas para que se absorba el 50% del total aplicado. Los demás elementos, con la posible excepción del magnesio, requieren como mínimo un día para alcanzar la misma magnitud de absorción. El fósforo se destaca porque su absorción es relativamente más lenta, requiriendo hasta 5 días para ser absorbido en un 50%.

La velocidad de asimilación es mayor en las hojas y tejido joven; varía con la especie vegetal y con la clase de elementos químicos absorbidos (Maldonado, 1988).

### **3.7.4 Translocación**

Espinoza (1995), indica que a la vez que ha tomado lugar la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías:

- La corriente de transpiración vía xilema
- Las paredes celulares
- El floema y otras células vivas
- Los espacios intercelulares

El mismo autor menciona que la principal vía de traslocación de los nutrientes aplicados al follaje es el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema toma lugar desde la hoja donde se sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares de utilización y almacenamiento. En consecuencia, las soluciones nutritivas aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto se produzcan movimiento de sustancias orgánicas resultantes de la fotosíntesis.

Así mismo, señala que la velocidad del proceso de traslocación varía de un nutriente a otro. El nitrógeno y el potasio se consideran como altamente móviles, mientras que el magnesio, calcio y boro son relativamente inmóviles y el resto de micro elementos exhibe una movilidad mediana a escasa.

### **3.7.5 Alcances de la fertilización foliar**

Espinoza (1995), sostiene que la aplicación de sustancias de fertilizantes mediante la aspersión del follaje con soluciones nutritivas se denomina fertilización o abonamiento foliar. Es una práctica utilizada ampliamente en la agricultura tecnificada contemporánea. En Latinoamérica la aplicación de fertilizantes por vía foliar ha venido ganando aceptación creciente en las últimas décadas por parte de la agricultura comercial. Desafortunadamente, esta ha sido una práctica agronómica poco investigada lo cual explica que aun exista controversia y alguna confusión sobre sus alcances y limitaciones.

El mismo autor indica que la investigación ha demostrado que es factible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de elementos mayores, N, P, K, actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede contemplar y en ningún caso sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que la dosis de aplicación que pueden administrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación con los niveles utilizados por los cultivos para alcanzar altos niveles de productividad.

### **3.8 Labores culturales del cultivo del romero (*Rosmarinus officinalis*)**

Según Meruvia (1992), reporta que la siembra del romero puede hacerse e forma directa o en semillero para posterior trasplante, siendo el semillero la forma más empleada. La época de siembra varía según la variedad.

Existen dos tipos de siembra: al voleo que es la más común y en surcos. La importancia de la siembra en surcos, es que se ahorra semilla y las plantas son de mejor calidad, en su mayoría uniformes, además que el deshierbe resulta menos trabajoso al igual que el control de enfermedades.

#### **3.8.1 Preparado del terreno**

El preparado del terreno es tradicional; una arada y dos rastrilladas se incorporan el abono orgánico (descompuesto), se destruyen bien las rocas anteriores. El cultivo se establece en camas de 1.60 m de ancho x 30 m de largo y de 15 a 20 cm de alto (Lescano, 1994).

El mismo autor menciona que es una especie rústica y poco exigente en cuanto a suelos, prospera bien en tierras ligeramente permeables. El terreno debe ser preparado con anticipación: se debe realizar una arada profunda además del volcado para enterrar las semillas de hierbas establecidas en terreno, es aconsejable después de un par de días, realizar un riego profundo.

#### **3.8.2 Abonado**

La materia orgánica es imprescindible en los cultivos aromáticos; en el Perú se recomienda de 10 a 20 toneladas por hectárea de estiércol de rumiantes teniendo en cuenta que es preferible abonar años antes de establecer el cultivo y riego abundante para que los nutrientes que se pretenden incorporar, estén disponibles para el cultivo (Lescano, 1994).

#### **3.8.3 Propagación**

La reproducción se realiza de forma sexual y asexual. La reproducción por semillas no se recomienda para cultivos comerciales, porque no se logra uniformidad en la plantación. La reproducción asexual se realiza mediante esquejes, seleccionándolos

y cortándolos de 20 cm de largo. Para preparar los esquejes se retiran las hojas de los diez centímetros inferiores del tallo, luego estos se entierran con las hojas verdes expuestas a la luz (Lescano, 1994).

#### **3.8.4 Siembra**

El suelo debe estar húmedo (capacidad de campo) antes de realizar la siembra; se deben trasplantar los esquejes sobre la cama a una distancia de 50 cm. Entre plantas y 50 cm entre surcos (Lescano, 1994).

#### **3.8.5 Densidad**

Las densidades de siembra son de aproximadamente 25 mil a 30 mil plantas por hectárea (Lescano, 1994).

#### **3.8.6 Deshierbe**

Para un buen desarrollo de la planta es esencial el control de malezas, especialmente al inicio del crecimiento, 20 a 30 días después del trasplante; la competencia de las malezas puede llegar a causar pérdidas en la producción (Lescano, 1994).

#### **3.8.7 Aporque**

Villarroel (1998), indica que el aporque es una labor necesaria en el cultivo del romero porque incrementa en el tamaño de la planta, aumentando la aireación del suelo. Por eso es importante aflojar el suelo en terrenos con problemas de compactación.

#### **3.8.9 Cosecha y post cosecha**

Cosecha: la cosecha se realizará de los 8 a los 10 meses de trasplante; las ramas se cortan dependiendo del mercado, con una longitud de 18 a 22 cm. La cosecha se efectúa una o dos veces por semana dependiendo del mercado (Cranko, 1994).

Post cosecha: una vez cosechado el producto debe trasladarse rápidamente al cuarto frío, para disminuir las pérdidas por transpiración. La temperatura óptima de almacenamiento es de 4° C, humedad relativa de 80%; en estas condiciones su vida útil será de 10-12 días (Villarroel, 1998).

Por otra parte las prácticas de post cosechas son indispensables para el proceso final que es la industrialización, realizar las prácticas como son: secado, selección y almacenamiento.

### **1) Secado**

El secado consiste en la completa deshidratación de las catafilas externas para mejorar su resistencia al daño mecánico durante los procesos de selección y almacenamiento del producto final (Ramírez, 2000).

### **2) Selección**

Lescano (1994), señala que esta operación consiste en la separación manual de las ramas sanas y eliminación de las ramas con defectos leves y graves, entre estas los defectos más sobresalientes están en: tamaño, madurez, firmeza, forma, manchas, rebrote de raíces, quemaduras por el sol daños mecánicos, magulladura, daño por insecto, rebrote, dobles y múltiples y pudrición.

### **3) Almacenamiento**

La capacidad de almacenamiento del romero es homogénea. Consiste en el acondicionamiento del producto previo a su despacho al mercado, mantenimiento de las ramas al abrigo de la lluvia y el sol.

Existen dos formas de almacenamiento: uno en bodega donde las ramas se almacenan en un ambiente fresco y con mucha aireación. Las condiciones ideales para el almacenamiento son temperaturas de 0 a 5 °C. Pero también se puede almacenar el romero entre un periodo de 2 a 3 semanas a una temperatura de 5-16 °C. La aireación debe ser 0,5 a 1m<sup>3</sup> de aire/min por cada metro cubico de romero y humedad ambiente de 65% a 70% y la otra en campo (Lescano, 1994).

## **3.9 Plagas y Enfermedades**

Las plagas y enfermedades identificadas por Espinoza (1995), son las siguientes:

Plagas: Arañita (*Tetranychus ssp.*), Trips (*Frankinella Occidentalis.*), Chizas (*Ancognatha Sp.*).

Enfermedades: Cáncer del Tallo (*Alternaria alternata*), Mildew Polvoso (*Sphaeroteca pannosa*), Marchitez- Fusariosis (*Fusarium oxisporum F.Sp.*).

### **3.10 Propiedades Medicinales del Romero**

La infusión de una ramita de romero (del tamaño del dedo chico para un jarro tonifica el estómago y las vías digestivas, fortifica el sistema nervioso y el corazón. Es un remedio eficaz contra las enfermedades del aparato respiratorio, resfriados, se recomienda las inhalaciones diarias con la infusión (*EMBAJADA* Española, 2008).

Se utilizan en fracciones como estimulante del cuerpo cabelludo (alopecia). La infusión de hojas del romero alivia la tos y es buena para el hígado y para atajar los espasmos intestinales. Debe tomarse antes o asma. El alcanfor del romero tiene efecto hipertensor (sube la tensión) y tonifica la circulación sanguínea.

Por sus propiedades antisépticas, se puede aplicar por decocción sobre llagas y heridas como cicatrizante. También posee una ligera cualidad emenagogo. Además es una excelente planta de interior debido al agradable aroma que desprende (Alonzo, 2004).

Del romero se emplean sobre todo las hojas, y ocasionalmente las flores. Los usos más habituales de esta planta son principalmente medicinales y culinarios, en ambos casos conocidos desde antaño, la medicina natural asocia al romero propiedades estimulantes, tónicas, antioxidantes y depurativas.

Se consume en infusión para favorecer la digestión, para tratar intoxicaciones alimentarias, limpiar heridas o depurar aguas contaminadas por su poder bactericida.

Su alto contenido en hierro previene las anemias y sus propiedades antioxidantes debido a los ácidos fenólicos especialmente el ácido rosmarinico, se emplean para el tratamiento de la artrosis, en este caso aplicándolo en forma de compresas o fricciones con alcohol de romero.

## 4. LOCALIZACIÓN

### 4.1 Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación se realizó en el departamento de La Paz en la provincia Manco Kapac, a una distancia de 190 kilómetros, ubicado en el municipio de Copacabana a 11 km de la localidad de Titikachi (Figura 2).

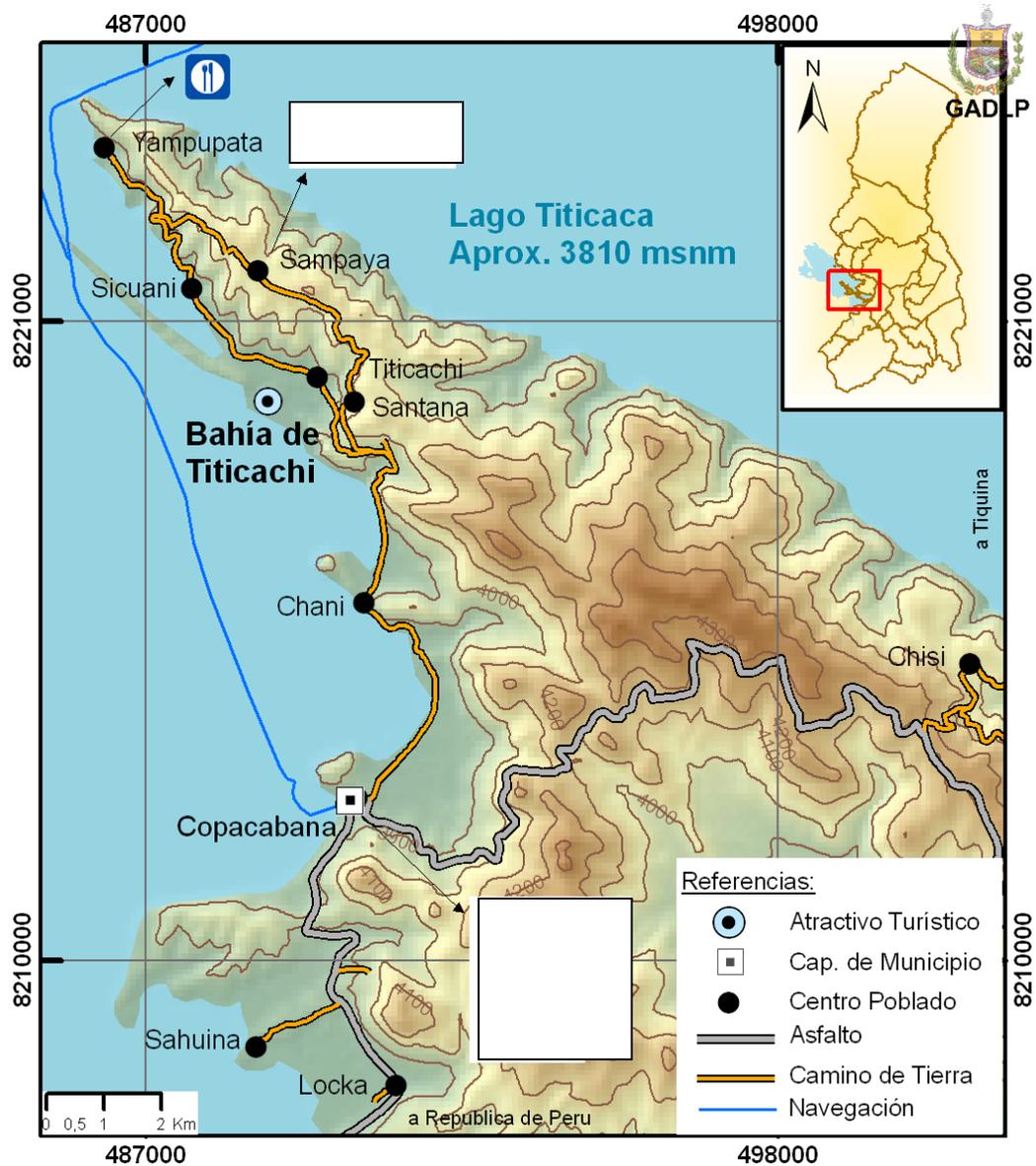


Figura 2. Mapa de ubicación de la comunidad de Titikachi dentro del municipio de Copacabana y sus comunidades (PDM del Municipio de Copacabana, 2008).

## **4.2 Coordenadas geográficas**

La provincia Manco Kapac se encuentra dentro del municipio de Copacabana está ubicado al oeste del departamento de La Paz entre 16° 10' 09" de latitud sud y 69° 05' 19" de longitud oeste (PDM Municipio de Copacabana, 2008) (figura 2).

La comunidad de Titicachi se encuentra a una altura de 3810 msnm (PDM Municipio de Copacabana, 2008).

## **4.3 Características climáticas**

Según el Senamhi (2011), la localidad de Titicachi presenta una temperatura máxima de 16°C y la mínima de 8°C, una precipitación pluvial (PP) de 823 mm y una evapotranspiración (ETP) de 3.64 mm/día como promedio anual.

## **4.4 Características fisiográficas y ecológicas**

Está caracterizada por su topografía abrupta con pendientes no mayores al 30%, valles estrechos en forma de "V", donde se han podido formar terrazas aluviales de importancia en la agricultura rodeada por el inmenso lago Titicaca que en este caso constituye también un ámbito agropecuario.

Presenta una vegetación arbórea en el lugar se encuentra la acacia floribunda, retama, ciprés, keñua y eucalipto. También se observó poaceas como el ichu, chiar pajonal, chillihua y pasto pluma, donde se produce una precipitación pluvial entre 172.7-232,3 mm anual en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero (PDM Municipio de Copacabana, 2008).

El mismo autor señala que el paisaje a la vista presenta un lago extenso que abarca unos 10000 metros cuadrados una topografía suavemente ondulada, con valles y causes de ríos pocos profundos. Aquí se han desarrollado depósitos morreonicos y abanicos aluviales extensos.

En la fotografía 1 muestra la fisiografía del lugar de la experimentación.



**Fotografía 1. Características Fisiográficas de Titicachi**

#### **4.5 Suelos**

El estudio de suelo se realizó realizando una muestra de suelo en la capa arable de 40cm de profundidad donde se pudo observar y determinar la estructura, textura y porosidad, según la guía de la FAO para la descripción de suelos 1977. Los suelos presentan una textura franco arcillosa esto se procedió con el triángulo textural después de obtener las muestras correspondientes.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Material Vegetal**

El material vegetal fue constituido por el cultivo del romero (*Rosmarinus officinalis*) esta plantación pertenece al agricultor Esteban Jalja, de la comunidad de Titicachi con 23 años de tiempo de cultivo y con 987 m<sup>2</sup> de superficie cultivada.

#### **5.1.2 Materiales de Campo**

Se emplearon los siguientes materiales: turril, picota, pala, chontillas, rastrillos, cámara fotográfica, flexo metro, balanza analítica, romanilla, botellas pett y bolsas de yute.

#### **5.1.3 Abonos orgánicos**

Para la elaboración de los abonos orgánicos y su fermentación se usaron los siguientes materiales: estiércol de bovino, rastros de keñua, restos de leguminosas, restos de viseras de pescado, proveniente de la zona de estudio.

### **5.2 Metodología**

#### **5.2.1 Fase de campo**

En la fase de campo se realizó un diagnóstico la cantidad de plantas del total de la parcela, muestreo de suelo para determinar su textura en campo abierto de acuerdo a la guía de la FAO y por ultimo una entrevista seguido con un libreto de preguntas abiertas (ver anexo 7), para interrogarle al agricultor sobre las labores que emplea en cuanto a producción y rendimiento.

En la fotografía 2 se puede observar el poco crecimiento del romero que existe dentro de la parcela.



**Fotografía 2. Diagnóstico de la parcela de estudio.**

### **5.2.2 Selección de parcela**

Para la selección de la parcela o campo definitivo, se consideró que este cerca a una fuente de agua, la parcela ya establecida hace 23 años del cultivo del romero en un tipo de siembra al boleó que está conformado por 12 terrazas, cada terraza mide 28m de largo x 8m de ancho; el suelo de tipo franco arcilloso, apto para la producción. La topografía de las terrazas en general son planos con una ligera pendiente no mayor al 2%, en las mismas se procedió a diseñar y ubicar a las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental de estudio. Considerando un área experimental total de 487m<sup>2</sup>. Después de 23 años el romero presenta deficiencias como clorosis, encostramiento del tallo y marchites acelerada de las hojas donde un 30% presentaba estos síntomas.

#### **5.2.2.1 Trazado de las unidades experimentales**

Esta actividad se realizó con ayuda de una cinta métrica, pitas y estacas de madera, delimitando las 16 unidades experimentales de 7m de largo por 6m de ancho y los

cuatro bloques de 28m de largo por 8m de ancho, como se observa en la fotografía 3.



**Fotografía 3. Unidades experimentales y sus letreros.**

### **5.2.3 Muestra de suelo**

Luego del trazado de las unidades experimentales, se tomó varias muestras de suelo, utilizando el método del zigzag (Chilón, 1996) a una profundidad de 30cm teniendo después del cuarteo un total de 4kg de muestra de suelo final, el cual fue enviado para su análisis al laboratorio del IBTEN.

La fotografía 4 presenta las muestras de suelo ya etiquetado para ser analizados en laboratorio del IBTEN.



**Fotografía 4. Muestreo de suelo para ser analizados por el (IBTEN).**

#### 5.2.4 Muestras de los abonos líquidos

Las muestras de los abonos líquidos se tomaron en tres frascos de medio litro, para luego realizar su respectivo análisis químico físico en el laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencias y Tecnología Nuclear (Fotografía 5).



**Fotografía 5. Muestreo de bioabonos líquidos.**

#### 5.2.5 Abonamiento orgánico de la parcela experimental

El abonamiento orgánico de la parcela de estudio se realizó el 16 de febrero del presente año semana después del corte de las ramitas en la cosecha. Por otra parte los tres abonos líquidos en estudio se aplican cada 15 días en el cultivo de romero, con las siguientes características:

- Aplicación del biol se incorporó de acuerdo a los niveles de abonamiento orgánico de 200lts/ha donde equivale 2lts/m<sup>2</sup>.
- Aplicación del purín se incorporó de acuerdo a los niveles de abonamiento orgánico de 200lts/ha donde equivale 2lts/m<sup>2</sup>.
- Aplicación del té de estiércol se incorporó de acuerdo a los niveles de abonamiento orgánico de 250lts/ha donde equivale 2.5lts/m<sup>2</sup>.
- Aplicación de estiércol bovino de acuerdo a los niveles de abonamiento orgánico es de (0t/ha, 10t/ha y 20t/ha) que equivalen a (0kg/m<sup>2</sup>, 1kg/m<sup>2</sup> y 2kg/m<sup>2</sup>), esta aplicación solo se realizó en el testigo como se aplicaba años atrás en todas las parcelas del romero implantado.

### **5.3 Diseño experimental**

La investigación se realizó con un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas de (4x4), con 4 bloques (Pascuali, 2007).

### **5.4 Factores de estudio y tratamiento**

Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1 el Biol, Tratamiento 2 él te de estiércol y Tratamiento 3 el purín, que se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Descripción del estudio del contenido de nutrientes en unidades y métodos del biol, té de estiércol y purín**

<b>Nº</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>
1	Biol	Nitrógeno	Kjeldahi	%N
		fosforo	espectrofotometría UV-Visible	%P
		potasio	Emisión atómica	%K
		carbono orgánico	Walkley Black	%C
		calcio	Absorción Atómica	%Ca
		magnesio	Absorción Atómica	%Mg
		hierro	Absorción Atómica	%Fe
		cobre	Absorción Atómica	%Cu
		manganeso	Absorción Atómica	%Mn
		pH	Potenciómetro	-
		CE	Potenciómetro	mS/cm
		Humedad	Gravimetría	%H
		Materia seca	Gravimetría	%MS
2	Té de estiércol	Nitrógeno	Kjeldahi	%N
		fosforo	espectrofotometría UV-Visible	%P
		potasio	Emisión atómica	%K
		carbono orgánico	Walkley Black	%C
		calcio	Absorción Atómica	%Ca
		magnesio	Absorción Atómica	%Mg
		hierro	Absorción Atómica	%Fe
		cobre	Absorción Atómica	%Cu
		manganeso	Absorción Atómica	%Mn
		pH	Potenciómetro	-
		CE	Potenciómetro	mS/cm
		Humedad	Gravimetría	%H
		Materia seca	Gravimetría	%MS
3	Purín	Nitrógeno	Kjeldahi	%N
		fosforo	espectrofotometría UV-Visible	%P
		potasio	Emisión atómica	%K
		carbono orgánico	Walkley Black	%C
		calcio	Absorción Atómica	%Ca
		magnesio	Absorción Atómica	%Mg
		hierro	Absorción Atómica	%Fe
		cobre	Absorción Atómica	%Cu
		manganeso	Absorción Atómica	%Mn
		pH	Potenciómetro	-
		CE	Potenciómetro	mS/cm
		Humedad	Gravimetría	%H
		Materia seca	Gravimetría	%MS

## 5.5 Modelo lineal estadístico

El diseño experimental para evaluar el presente estudio fue el de bloques al azar y la ecuación lineal según Ochoa (2007) es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \gamma_t + \epsilon_{ijt}$$

$Y_{ijk}$  = observación del romero

$\mu$  = media poblacional

$\beta_j$  = efecto del j-esimo bloque del biol

$\alpha_i$  = efecto del i-esimo bloque del té de estiércol

$\gamma_t$  = efecto del t-esimo bloque del purín

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

## 5.6 Croquis del experimento

La parcela experimental respondió al siguiente croquis de campo, el cual se muestra en el gráfico 1.



**Gráfico 1. Distribución de las unidades experimentales.**

- T1 = Testigo
- T2 = Tratamiento abono de biol con romero (1 tn/ha)
- T3 = Tratamiento abono de té de estiércol con romero (200 lt/ha)
- T4 = Tratamiento abono purín con romero (0,667 Tn/ha)

Las características de la parcela experimental han sido las siguientes:

Dimensiones del área experimental.....	(80x108) m
Área total del experimento.....	8640m <sup>2</sup>
Numero de tratamientos.....	16
Número de repeticiones.....	3
Numero de bloques.....	4
Área de bloque.....	(20x24) m = 480m <sup>2</sup>

La distancia entre plantas y entre hileras lo que respecta en la medición es heterogénea, porque toda la parcela en general está sembrada al boleó.

## 5.7 Variables de respuesta

### 5.7.1 Variables agronómicas

#### 5.7.1.1 Altura de planta

La variable altura de planta se midió con la ayuda de un flexo metro expresado en cm, se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta, en un total de 10 plantas muestreadas por cada unidad experimental, donde son 16 unidades experimentales dando un total de 160 muestras.

#### 5.7.1.2 Diámetro del cuello de planta

La variable diámetro del cuello de planta, se tomó con el calibrador de vernier, expresado en mm, en un total de 4 plantas muestreadas por cada unidad experimental, donde son 16 unidades experimentales dando un total de 64 muestras.

### **5.7.1.3 Numero de hojas por planta**

Esta variable se midió mecánicamente expresado en número de hojas/planta en un total de 4 plantas muestreadas por cada unidad experimental, donde son 16 unidades experimentales dando un total de 64 muestras.

### **5.7.2 Variables Edáficas**

Se analizó las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después de la aplicación de los bioabonos.

#### **5.7.2.1 Propiedades Físicas**

Las propiedades físicas evaluadas fueron:

La textura que se describió bajo el método de pipeta de Robinson que consiste en efectuar la toma de muestras de 200gr por cada unidad experimental.

La Densidad Aparente, se ha trabajado el muestreo con cilindros densímetros antes de la incorporación de los bioabonos y el segundo muestreo al momento de floración.

#### **5.7.2.2 Propiedades Químicas**

El análisis de las propiedades químicas del nitrógeno total, fósforo, potasio y otros micro elementos como el calcio, magnesio y sodio que se realizó en el laboratorio de IBTEN (Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear).

### **5.7.3 Variables económicas**

Para el análisis económico, se realizó un cuadro de costos de producción del romero, donde se presentan los costos variables, beneficio bruto, beneficio neto y el análisis que corresponde al beneficio/costo, análisis de dominancia y análisis marginal para cada tratamiento.

#### **5.7.3.1 Costos variables (CV)**

Se identificó los insumos que varían en cada tratamiento del ensayo realizado. Se calcularon dichos costos por tratamientos, basándose en el precio del mercado paceño, para luego proceder a sumar los totales.

### 5.7.3.2 Beneficio Bruto (Bb)

El beneficio bruto se calculó multiplicando el precio del romero al laboratorio en quintales por el rendimiento obtenido de cada tratamiento con la formula siguiente:

$$\mathbf{Bb = P * R}$$

Dónde:

**Bb** = Beneficio bruto (Bs/m<sup>2</sup>)

**P** = Precio del producto (Bs/kg)

**R** = Rendimiento en (kg/m<sup>2</sup>)

### 5.7.3.3 Beneficio neto (Bn)

Esta variable económica se obtuvo restando el total de los costos variables del beneficio bruto, como muestra la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Bn = Bb - Cv}$$

Dónde:

**Bn** = Beneficio neto (Bs/m<sup>2</sup>)

**Bb** = Beneficio bruto (Bs/m<sup>2</sup>)

**CV** = costos variables (Bs/m<sup>2</sup>)

### 5.7.3.4 Beneficio costo (B/C)

Este valor de ganancia se obtuvo el beneficio bruto con el total de los costos a través de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{B/C = Bb/CV}$$

Dónde:

**B/C**= Beneficio/costo

**Bb** = Beneficio bruto (Bs/m<sup>2</sup>)

**CV** = costos variables (Bs/m<sup>2</sup>)

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Caracterización Agroclimatólogica

Los parámetros climatológicos es de gran importancia para saber si hubo influencia respecto al crecimiento y desarrollo del cultivo del romero (Chilon, 2012).

Los resultados climáticos obtenidos otorgado por el SENAMHI como la temperatura máxima y mínima, precipitación pluvial y humedad relativa.

La radiación extraterrestre se obtuvo por tablas ya determinadas de acuerdo a la latitud del lugar y su hemisferio y por último la Evapotranspiración se realizó con los resultados obtenidos por el senamhi junto con la radiación extraterrestre que se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Características climáticas en toda la fase de campo desde octubre 2011 hasta mayo del 2012.**

Meses	Temperatura °C		HR (%)	PP (mm)	Radiación extraterrestre (Valores en $\text{MJ m}^2 \text{ día}^{-1}$ ) <sup>2</sup>	ETP (mm/día)
	Max	Min				
oct-11	17.4	2.9	53.9	34.7	38.7	3.86
nov-11	18.8	4.0	49.9	44.8	40.6	4.28
dic-11	18.2	4.2	55.3	172.9	41.2	4.19
ene-12	17.2	3.8	58.8	221.9	41.1	3.99
feb-12	16.1	5.4	63.9	292.9	39.9	3.49
mar-12	16.8	5.1	63.0	87.6	37.2	3.43
abr-12	17.1	4.4	58.3	22.8	32.8	3.12
may-12	17.0	3.7	55.7	9.5	28.5	2.74

Estación: Copacabana

Lat. Sur : 16° 10' 09'''

Provincia: Manco Kapac

Lat. Oeste: 69° 05' 19'''

Departamento: La Paz

Altura : 3810 msnm

Periodo de registro: 2011-2012

## **6.2 Variables Agronómicas**

Para evaluar el efecto de los tratamientos se tomó en cuenta tres variables agronómicas:

- Altura de planta
- Diámetro del cuello de la planta
- Numero de hojas por planta

### **6.2.1 Altura de la planta**

La medición de altura de planta se realizó cada 15 días llegando a un total de 7 mediciones ver (anexo 1) antes de la floración en la fase de campo.

Observando el análisis de varianza (cuadro 4), el coeficiente de variación es de 5.23%, este valor nos indica que los datos son aceptables y confiables porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

Este resultado ver (anexo 2) nos indica en la variable de estudio que es la altura de planta por su sistema vascular amplio en el interior del tallo, a diferencia de otros tallos semi perenes presenta una mayor facilidad de transporte de nutrientes a los diferentes órganos de la planta, donde también es importante la adaptabilidad en climas fríos.

Resistente al ataque de plagas y enfermedades, por tener una esencia aromática fuerte producida por el ácido fenólico en grandes proporciones, también cabe resaltar un buen empleo de labores culturales dentro de la parcela.

**Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de planta**

Fuente de variación	GL	S.C.	C.M.	F.Cal.	Pr>F
BLOQUES	3	0.2500000	0.08333333	0.03	0.9914 NS
TRATAMIENTOS	3	272.7500000	90.9166667	35.97	0.0001 **
ERROR	9	22.7500000	2.5277778		
TOTAL	15	46933.9375			

G.L. = Grados de libertad; S. C.= Suma de cuadrados, C. M. = Cuadrado medio; F Cal. = F calculada; Pr. F = Probabilidad de F ; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo, **C.V.** = 5.23

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad (Gráfico 2) y (anexo 3) se observa estadísticamente que el bioabono purín obtuvo mayor crecimiento con un promedio de 34.5cm, en relación a los otros bioabonos como el biol con un promedio de 33.5cm, y el té de estiércol que presentó el menor crecimiento con un promedio de 29.5cm, por tanto se recomienda el purín.

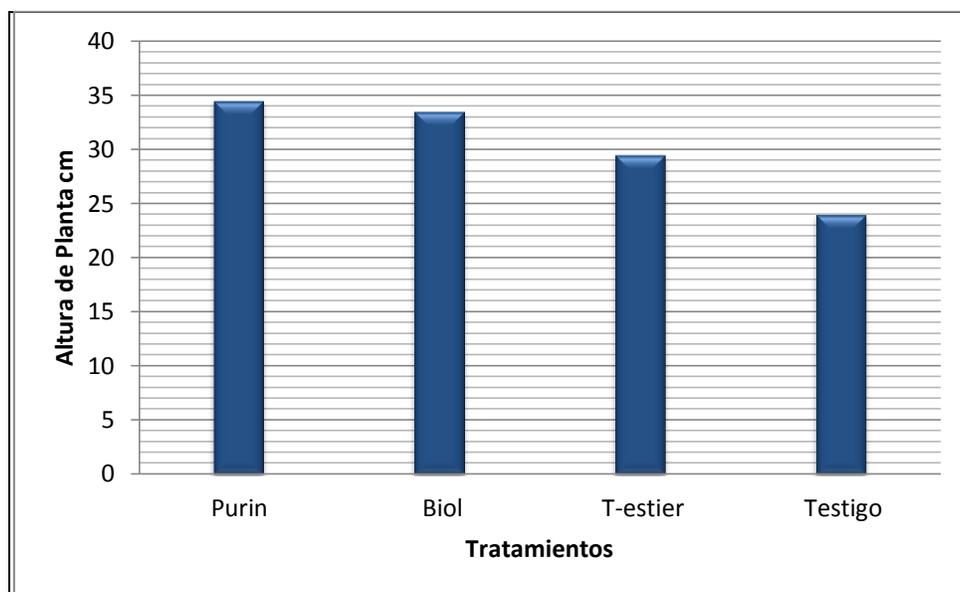
Estas variaciones obtenidas para el carácter de altura de planta, se debe principalmente a la aplicación correcta de los bioabonos, juntamente con el adherente y en los horarios adecuados donde la intensidad de luz no sean altas, también se debe a la poca humedad y comportamiento fisiológico de la planta.

Según Quino (2008), el biol en la aplicación foliar promueve en las primeras etapas de la planta un crecimiento. Sin embargo, la respuesta no es universal debido al manejo y al sitio local de los propagadores.

El crecimiento es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros procesos que tiene lugar en una planta, como: la fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas, (Rodríguez, 2007).

Observando el análisis de nutrientes de los abonos orgánicos ver (cuadro 7) que el purín al igual que el biol tiene el mismo porcentaje de nitrógeno pero la única diferencia es que el biol presenta una conductividad eléctrica de 4.37 a diferencia del

purín que presenta 1.59 cuando es mayor presenta salinidad en el abono orgánico es perjudicial en su asimilación esto explica porque el purín es más eficaz que el biol.



**Gráfico 2. Medición de altura de planta con Bioabonos.**

Observando el (gráfico 2), destacamos el efecto que tuvo el fertilizante del biol, con un promedio en la altura de planta con 34.7 seguido por el fertilizante del purín alcanzando un promedio de 33.5, te de estiércol alcanzando un promedio de 29.5 y finalmente por el testigo alcanzando un promedio de 24.0 en relación al número de hojas por planta.

En la fotografía 6 se puede observar las mediciones que se han realizado y la toma de datos de altura de planta del romero.



**Fotografía 6. Medición de altura de planta**

## 6.2.2 Diámetro del cuello de la planta

La medición del diámetro del cuello de la planta se realizó cada 15 días llegando a un total de 7 mediciones ver (anexo 1) antes de la floración en la fase de campo.

Realizando el análisis de varianza para el diámetro del cuello de la planta presentado (cuadro 5), El coeficiente de variación es de 4.76%, este valor nos indica que los datos son aceptables y confiables porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

Este resultado nos indica ver (anexo 2) que el cultivo del romero es adaptable a los diferentes tipos de climas y resistente al ataque de plagas y enfermedades por tener una esencia aromática fuerte producida por el ácido fenólico en grandes proporciones, también cabe resaltar un buen empleo de labores culturales dentro de la parcela (Ver cuadro 5).

**Cuadro 5. Análisis de varianza del diámetro del cuello de la planta**

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	Pr>F
BLOQUE	3	2.18750000	0.72916667	0.44	0.7328 NS
TRAT,	3	61.18750000	20.39583333	12.19	0.0016 **
ERROR	9	15.06250000	1.67361111		
TOTAL	15	78.4375			

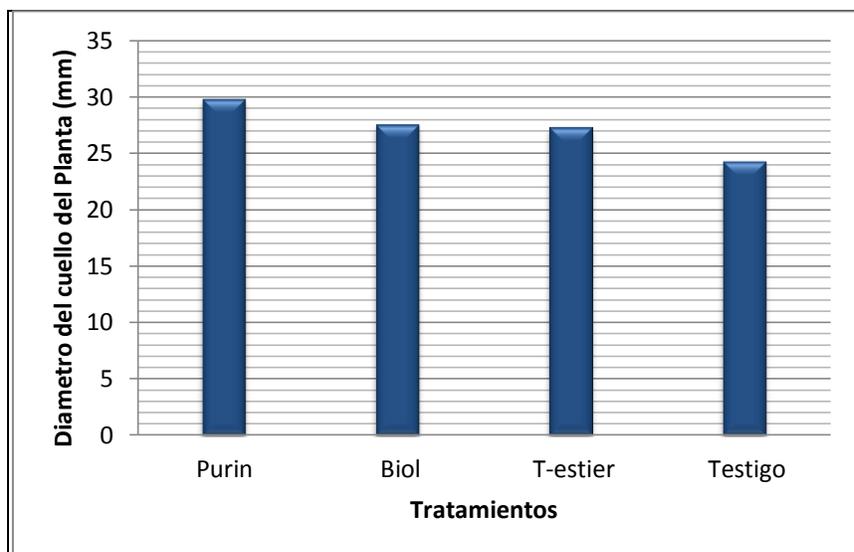
G.L. = Grados de libertad; S. C.= Suma de cuadrados, C. M. = Cuadrado medio; F Cal. = F calculada; Pr. F = Probabilidad de F ; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo, **C.V.** = 4.76

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad (Grafica 3) para el carácter días crecimiento del diámetro del cuello de la planta, se observa estadísticamente que el bioabono biol obtuvo mayor crecimiento con un promedio de 27.5mm en relación a la otros biabonos como el purín con un promedio de 29.75mm y el té de estiércol que presentó el menor crecimiento con un promedio de 27.25mm, por tanto se recomienda el primero estadísticamente. Estas variaciones obtenidas para el carácter de diámetro del cuello de la planta, se debe principalmente a la aplicación correcta de los biabonos juntamente con el adherente y en los horarios

adecuados donde la intensidad de luz no sean altas, también se debe a la poca humedad y comportamiento fisiológico de la planta.

Según Pastrana (2012), el purín en la aplicación foliar promueve el crecimiento mucho más efectiva que el biol ya que el bioabono purín está elaborado con estiércol de cerdo, donde este animal cuando consume su alimento pasa por un proceso digestivo, donde al final es expulsado por sus heces donde es rico por su conservación de nutrientes debido de que es un animal mono gástrico, y su digestión es simple y no compleja como los animales poligástricos.

A si mismo Rodríguez (1991), las plantas superiores tiene un crecimiento continuo y toda la vida, debido a la posesión de centros de crecimientos permanentes que son los meristemos. El crecimiento de una planta no se distribuye uniformemente por todo el organismo, más se restringe a ciertas áreas. El crecimiento por aumento de longitud o formación de órganos laterales resulta de la actividad de los tejidos meristematicos de los ápices del tallo y raíz. El crecimiento secundario en diámetro es realizado por el cambium del súber y vascular (meristemo lateral).



**Gráfico 3. Diámetro del cuello de la planta con Bioabonos antes de la floración.**

En el gráfico 3 se aprecia que los bioabonos, posee un porcentaje de crecimiento aceptable por lo que se recomienda la aplicación del purín a diferencia del biol, te de estiércol y testigo.

Observando el análisis de nutrientes de los abonos orgánicos ver (cuadro 7) que el purín al igual que el biol tiene el mismo porcentaje de nitrógeno y fosforo pero la única diferencia es que el biol presenta una conductividad eléctrica de 4.37 a diferencia del purín que presenta 1.59 cuando es mayor presenta salinidad en el abono orgánico es perjudicial en su asimilación esto explica porque el purín es más eficaz que el biol.

### 6.1.3 Numero de hojas por planta

La medición de numero de hojas por planta se realizó cada 15 días llegando a un total de 7 mediciones ver (anexo 1) antes de la floración en la fase de campo.

El análisis de varianza (cuadro 6) muestra significancia en la variable de número de hojas por planta, la interpretación se detalla a continuación.

Este resultado nos indica ver (anexo 2) que en la variable de estudio que es el número de hojas es asimilable un 90% en la introducción de los abonos líquidos ya que su aplicación es específicamente a las hojas y también se destaca las labores culturales dentro de la parcela donde nos muestra que el análisis de varianza (cuadro 4) nos dice que esta diferencia es significativa. El ANOVA de efectos simples indica que es significativo por tanto el purín que los otros biabonos

**Cuadro 6. Análisis de varianza del número de hojas por planta**

Fuente de variación	GL	S.C.	C.M.	F.Cal.	Pr>F
BLOQUES	3	548.18750	188.06250	0.05	0.9831 NS
TRATAMIENTOS	3	15586.68750	5195.56250	1.25	0.2753 NS
ERROR	9	30799.06250	3422.11806		
TOTAL	15	46933.9375			

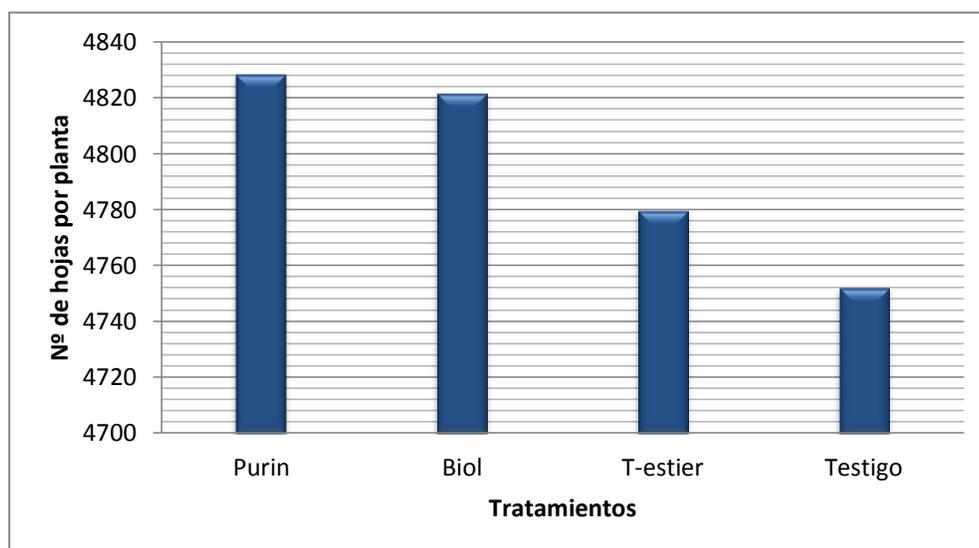
G.L. = Grados de libertad; S. C.= Suma de cuadrados, C. M. = Cuadrado medio; F Cal. = F calculada; Pr. F = Probabilidad de F ; \*\* = Altamente significativo;\*= Significativo; ns = No significativo, C.V. = 1.22

La variable de respuesta número de hojas por planta, considerando de mayor importancia ya que sus hojas poseen un 90% de las propiedades curativas importantes para su industrialización; para este estudio se muestra estadísticamente

2 bioabonos importantes para su aplicación foliar que resaltan en Duncan ver (anexo 3) con un margen de error al 5%, donde el más relevante es el purín.

Sánchez (2003) indica que el purín en su etapa inicial de su aplicación presenta mayor foliación dado que en esta etapa las plantas tienen capacidad de absorber el 50% de las sustancias nutritivas del purín, haciéndole competencia al biol con mejores resultados.

Según lo observado en el campo como en la (grafica 4), para la variable de respuesta número de hojas por planta, las variaciones obtenidas se deben a la aplicación de los bioabonos después del momento de corte, donde se observó en los primeros dos meses un alto incremento foliar en las unidades experimentales donde se aplicó el purín, y solo al principio se vio la diferencia mientras en el estudio con el biol el incremento foliar fue lento en el primer mes toda la etapa de la aplicación de los abonos orgánicos al romero antes de la floración donde presenta un promedio de 4828.5 de hojas y 4821.75 de hojas con la aplicación de biol los otros resultados la diferencia numérica no es relevante como el te de estiércol que presenta un promedio de 4779.75 de hojas y por último el testigo con 4752.25 de hojas como promedio que se muestran en el gráfico 4.



**Grafico 4. Número de hojas por planta de acuerdo a los tratamientos**

Para Rodríguez (1991), la iniciación del crecimiento reproductivo, con la consiguiente formación de flores y frutos cuando la planta alcanza un determinado tamaño o un cierto número de hojas, mientras que en otras especies solo tiene lugar como consecuencia de determinadas influencias extremas como la temperatura y la luz. Con la formación de esta se completa el ciclo de crecimiento y desarrollo de la planta, que queda en condiciones para comenzar de nuevo. En muchos vegetales las sucesivas fases del ciclo se siguen inmediatamente, mezclándose en un proceso continuo. De forma general, el desarrollo vegetativo viene favorecido por una reducción de la radiación acompañada de una humedad suficiente y de una temperatura bastante elevada.

Observando el análisis de nutrientes de los abonos orgánicos ver (cuadro 7) que el purín al igual que el biol tiene el mismo porcentaje de fósforo pero la única diferencia es que el biol presenta una conductividad eléctrica de 4.37 a diferencia del purín que presenta 1.59 cuando es mayor presenta salinidad en el abono orgánico es perjudicial en su asimilación esto explica porque el purín es más eficaz que el biol.

Se contó detalladamente el número de hojas por planta con la ayuda del agricultor Esteban Jalja que se muestra en la fotografía 7.



**Fotografía 7. Conteo del número de hojas por planta de romero**

## **6.2 Análisis de los contenidos de nutrientes de los abonos orgánicos líquidos.**

En este siguiente análisis resaltaremos los contenidos de nutrientes existentes de los abonos orgánicos líquidos como el biol, te de estiércol y purín que fue analizado en el Instituto Boliviano Tecnológico Nuclear (IBTEN).

### 6.2.1 Contenido de nutrientes de los tres bioabonos

Los nutrientes se dividen en macro y micro nutrientes, los macro nutrientes son los más requeridos por las plantas donde se destaca el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), donde el nitrógeno (N) es muy importante para el desarrollo y crecimiento de las hojas, el fósforo (P) se destaca porque influye en la floración de la planta y por último destacamos el potasio (K) que es muy importante en la fructificación de la planta, y los micro nutrientes son los complementos nutritivos que también son indispensables para la formación y crecimiento de la planta como el calcio, magnesio, hierro, cobre y manganeso.

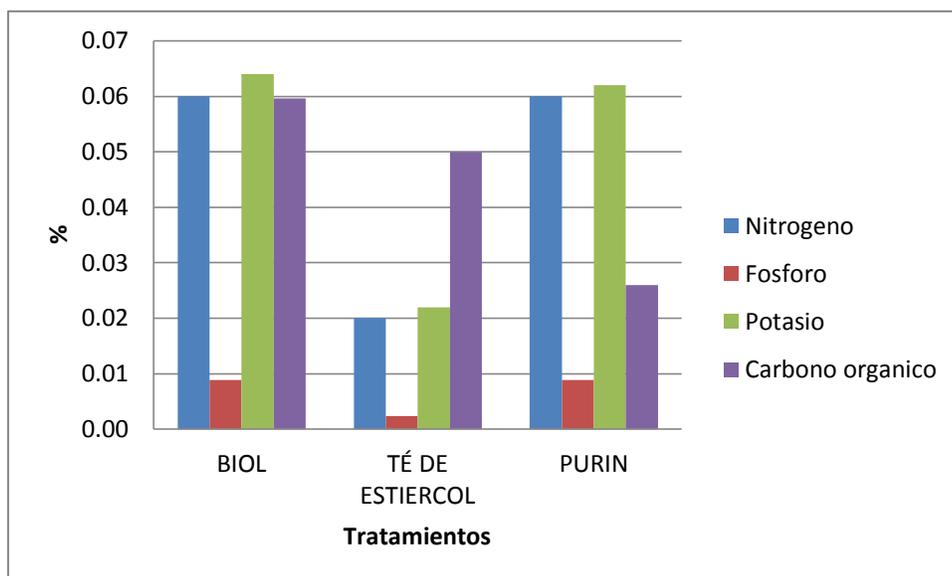
Los resultados del contenido de nutrientes ver (anexo 4) del bioabono líquido biol, té de estiércol y purín se realizaron en el Instituto Boliviano Tecnológico Nuclear (IBTEN) que se presentan en el cuadro 7.

**Cuadro 7. Descripción del contenido de nutrientes del biol, té de estiércol y purín**

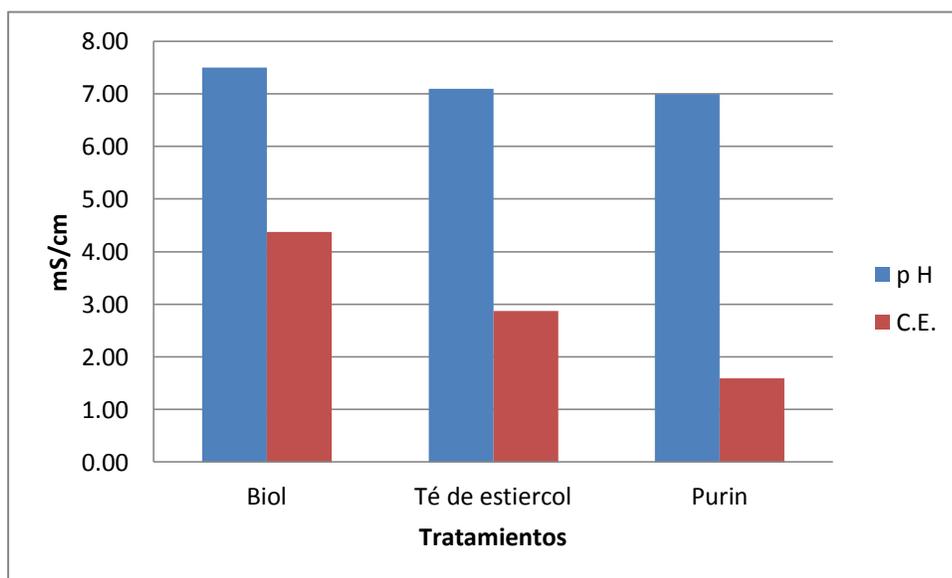
Elementos en % y ms/cm	Biol	Té de estiércol	Purín	Método
Nitrógeno	0.0600	0.0200	0.0600	Kjeldahi
Fósforo	0.0089	0.0024	0.0089	espectrofotometría UV-Visible
Potasio	0.0640	0.0220	0.0620	Emisión atómica
Carbono orgánico	0.0596	0.0500	0.0260	Walker Black
Calcio	1.0910	0.0058	0.1680	Absorción Atómica
Magnesio	0.0275	0.0013	0.0059	Absorción Atómica
Hierro	0.7850	0.0130	0.0110	Absorción Atómica
Cobre	<0.0005	<0.0002	<0.0001	Absorción Atómica
Manganeso	0.0920	0.0070	0.0060	Absorción Atómica
Ph	7.5	7.1	7.0	Potenciómetro
CE ms/cm	4.3700	2.8700	1.5900	Potenciómetro
Humedad	2.3000	0.1000	0.9000	Gravimetría
Materia Seca	97.700	99.900	99.100	Gravimetría

Fuente: Elaboración propia en base a los análisis realizados en el Instituto Boliviano Tecnológico Nuclear (2012).

Así mismo, destacamos los macronutrientes que son el nitrógeno, fósforo y potasio que es fundamental en el desarrollo y crecimiento de la planta como también se presenta el carbono orgánico, pH y conductividad eléctrica que se presenta en los Gráficos 5 y 6



**Gráfico 5. Contenido de nutrientes (N, P, K y CO) en el biol, té de estiércol y purín.**



**Gráfico 6. Indicadores de conductividad eléctrica y pH en el biol, té de estiércol y purín.**

Los nutrientes del biol y purín tienen el mismo contenido de nitrógeno (N) y fósforo (P) excepto el potasio (K) que es mayor en el biol a diferencia de los otros tratamientos como el té de estiércol esto explica que en la preparación del biol se realizó con estiércol de llama, y el purín con estiércol porcino contiene un alto contenido de N, P, K a diferencia del té de estiércol que está elaborado con estiércol bovino. Se ha comprobado que el estiércol de camélido y porcino es más rico en nutrientes que el estiércol bovino. Sin embargo, presenta una desventaja dado que dicho abono se consigue en pequeñas cantidades.

Vemos que el Ca, Mg, Fe, Cu y Mn los valores son de mayor incremento con el biol esto se debe a un proceso de fermentación extensa pero respecto al té de estiércol presenta una disminución relativa, donde puede ser que el preparado y manejo del bioabono no estaban en condiciones adecuadas.

La conductividad eléctrica del biol es mayor a diferencia de té de estiércol y del purín donde es una desventaja por la salinidad que a consecuencia influye en su asimilación por la planta. La humedad es mayor respecto al té de estiércol esto explica en la preparación de los abonos líquidos donde en la preparación del té de estiércol se utilizó mucho más cantidad de agua a diferencia de la preparación del biol.

En la materia seca es menor a diferencia de té de estiércol y purín esto explica que en la preparación se utilizó mayor cantidad de sustrato respecto al agua.

El pH es neutro y estable esto explica que hubo un buen manejo en la conservación y preparación del abono líquido orgánico.

En la descripción del contenido de nutrientes en el té de estiércol primeramente se observó un bajo contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a diferencia de los otros tratamientos como el biol y purín esto explica que en la preparación del té de estiércol se hizo con estiércol bovino en lo cual tiene un bajo contenido de N, P, K a diferencia del biol que es mayor en nutrientes que está elaborado con estiércol de llama y del purín que está elaborado con estiércol porcino.

Respecto al Ca, Cu y Mg los valores son bajos respecto al biol y purín esto se debe que en los ingredientes para el mesclado del bioabono no se le introduce harina de hueso como en otros preparados de bioabonos como el purín y el biol, mientras que el Fe y Mn sus valores son altos respecto al purín esto se debe que el preparado se hizo en un turril de hierro que posiblemente influyo en el aumento de este elemento.

La conductividad eléctrica es mayor en el biol y menor respecto al purín esto explica la cantidad de cationes y aniones que ayuda a la asimilación de los nutrientes encontrados en el suelo hacia las raíces gracias a la introducción de aditivos como la levadura y la chancaca sin embargo esto es perjudicial en grandes cantidades donde se produce la salinidad en los preparados de los abono orgánicos.

La humedad es menor respecto al biol y purín esto explica en la preparación de los abonos líquidos donde en la preparación del té de estiércol se utilizó menos cantidad de agua a diferencia de la preparación del biol y purín.

En la materia seca es mayor a diferencia del biol y purín esto explica que en la preparación se utilizó mayor cantidad de líquido respecto al sustrato.

El pH es neutro y estable esto explica que hubo un buen manejo en la conservación y preparación del abono líquido orgánico.

En la descripción del contenido de nutrientes en el purín primeramente se observó un alto contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a diferencia de los otros tratamientos como el té de estiércol y tiene una similitud con el biol esto explica que en la preparación del purín se hizo con estiércol porcino en lo cual tiene un alto contenido de N, P, K a diferencia del té de estiércol que está elaborado con estiércol bovino y parecido a sus propiedades nutritivas del biol que está elaborado con estiércol de llama.

Respecto el Ca es mayor que el té de estiércol y menor de acuerdo al biol, con el Cu y Mg los valores son altos respecto al biol y té de estiércol esto se debe que en los ingredientes para el mesclado del bioabono se le introduce harina de hueso como en otros preparados de bioabonos como en el biol mientras que el Fe y Mn los valores

son altos respecto al biol esto se debe que el cerdo es un animal omnívoro y que sus heces son rico en macro y micronutrientes.

La conductividad eléctrica es menor a diferencia del biol y te de estiércol esto explica la poca cantidad no significativo de cationes y aniones. La humedad es menor respecto al biol y mayor respecto al te de estiércol esto explica en la preparación de los abonos líquidos donde en la preparación del purín se utilizó una mezcla más o menos homogénea a diferencia de la preparación del biol y te de estiércol.

En la materia seca es mayor a diferencia del biol y te de estiércol esto explica que en la preparación se utilizó mayor cantidad de sustrato respecto al líquido.

El pH es neutro y estable esto explica que hubo un buen manejo en la conservación y preparación del abono líquido orgánico.

Reyes (2003) en su trabajo realizo la mezcla de estiércol porcino y la orina de los animales donde el purín es rico en nitrógeno y micro elementos, que cumple la misma función que un abono foliar ya que aporta un alto contenido de aminoácidos, e incrementa la actividad microbiana del suelo.

### **6.3 Variables edáficas**

En el estudio edáfico se determinó la sumatoria de los promedios de las unidades experimentales de cada bloque en la parcela del romero, ya que la unidad experimental conformada por 4 bloques y 16 repeticiones es homogéneo y no heterogéneo, esto se debe que los 4 bloques se encuentran en pendiente de 90° y separados por una altitud de 30 cm donde se les denomina semi-terrazas esto significa que cada bloque es igual.

#### **6.3.1 Efecto de los bioabonos sobre las propiedades físicas del suelo**

Para el análisis físico de suelos se tomó en cuenta las variables edáficas de: textura, densidad real, densidad aparente, porosidad y almacenamiento de agua ver (anexo 5).

### 6.3.1.1 La Textura en el área de estudio

La textura no ha tenido variaciones en los 4 bloques de estudio se explica que la textura varia muy poco en el tiempo cuando se aplica bioabonos, es así que no se pudo ver diferencias significativas en la textura de los suelos ya que solo se trabajó durante 6 meses. Pudiendo concluir que el tipo de textura descrito con la guía de la FAO en la parcela experimental ha presentado un suelo franco arcilloso.

### 6.3.1.2 Densidad aparente y Densidad real

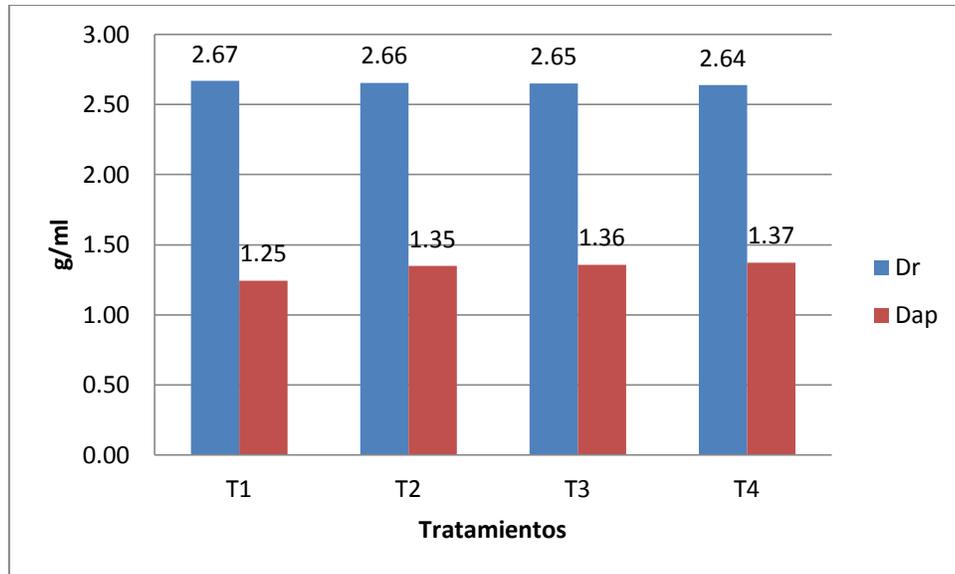
Para el estudio de la densidad aparente y densidad real se tomó en cuenta cada bloque por separado por lo heterogéneo que es la parcela.

Se obtuvieron los resultados del efecto de los tratamientos en relación a la densidad Aparente y densidad Real del instituto Boliviano Tecnológico Nuclear (IBTEN) donde se realizó los promedios de las cuatro unidades experimentales de cada bloque que se representan en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Evaluación de la densidad aparente y real en los cuatro bloques de estudio.**

Tratamientos	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV		TOTAL X	
	Dr	Dap	Dr	Dap	Dr	Dap	Dr	Dap	Dr	Dap
T1	2.63	1.3	2.68	1.23	2.67	1.22	2.69	1.23	2.6675	1.2450
T2	2.62	1.31	2.68	1.38	2.64	1.35	2.68	1.35	2.6550	1.3475
T3	2.65	1.34	2.62	1.41	2.66	1.37	2.67	1.31	2.6500	1.3575
T4	2.61	1.4	2.66	1.36	2.63	1.37	2.65	1.36	2.6375	1.3725

Se realizó los promedios de la densidad aparente y real de los cuatro bloques experimentales que se presentan en el gráfico 7.



**Gráfico 7. Evaluación de la densidad aparente y real de toda la unidad experimental de estudio.**

A mayor nivel de materia orgánica (MO) la densidad real disminuye en la investigación se evidencia que todos los tratamientos aportaron materia orgánica en relación al testigo. Respecto a la densidad aparente todos los tratamientos mostraron un ligero incremento respecto al testigo posiblemente por la disturbacion del suelo y el efecto del cultivo además el tiempo transcurrido desde la aplicación y evaluación es corto por lo que la materia orgánica (MO) no se descompone totalmente.

Salazar (2004), menciona que la materia orgánica depende mucho del incrementó de la densidad aparente (Dap) y de la disminución de la densidad real (Dr) porque la densidad real permanece constante con el tiempo en cambio la densidad aparente varia por factores naturales y antrópicos donde se determina el incremento de la materia orgánica.

En el bloque 2 la densidad real presenta una leve disminución en los tratamientos lo que indica que todos los tratamientos aportaron materia orgánica en relación al testigo. En el caso de la densidad aparente los tratamientos mostraron un ligero incremento respecto al testigo.

Debido a la disturbacion del suelo y el efecto del cultivo además el tiempo transcurrido desde la aplicación y evaluación es corto por lo que la materia orgánica (MO) no se descompone totalmente. Similar resultado fue encontrado por (Salazar 2004).

En el bloque 3 deducimos que mayor nivel de materia orgánica (MO) la densidad real disminuye en la investigación se evidencia que todos los tratamientos aportaron materia orgánica en relación al testigo cabe resaltar una pequeña diferencia entre bloques que se observó que en el bloque 3 la densidad disminuyo a diferencia del bloque 1 esto se debe por la lixiviación de nutrientes ya que estos son arrastrados por el agua.

Respecto a la densidad aparente todos los tratamientos mostraron un ligero incremento respecto al testigo posiblemente por la disturbacion del suelo y el efecto del cultivo además el tiempo transcurrido desde la aplicación y evaluación es corto por lo que la materia orgánica (MO) no se descompone totalmente.

Gonsález (2001), menciona la lixiviación (arrastre de nutrientes) no afecta en los cambios de la densidad real ( $D_r$ ) sin embargo sucede lo contrario con la densidad aparente ( $D_{ap}$ ) donde puede variar dependiendo de la intensidad de la precipitación pluvial ( $pp$ ) y la inclinación de la pendiente.

En el bloque 4 la densidad real disminuye en la investigación se evidencia que todos los tratamientos aportaron materia orgánica en relación al testigo. Respecto a la densidad aparente todos los tratamientos mostraron un ligero incremento respecto al testigo posiblemente por la disturbación del suelo y el efecto del cultivo además el tiempo transcurrido desde la aplicación y evaluación es corto por lo que la materia orgánica (MO) no se descompone totalmente pero se evidencia por ahora que en el tratamiento 4 mejora la densidad aparente.

Para Quino (2008), los abonos orgánicos son autos reguladores de la densidad aparente ( $D_{ap}$ ) y de la densidad real ( $D_r$ ) atreves del tiempo.

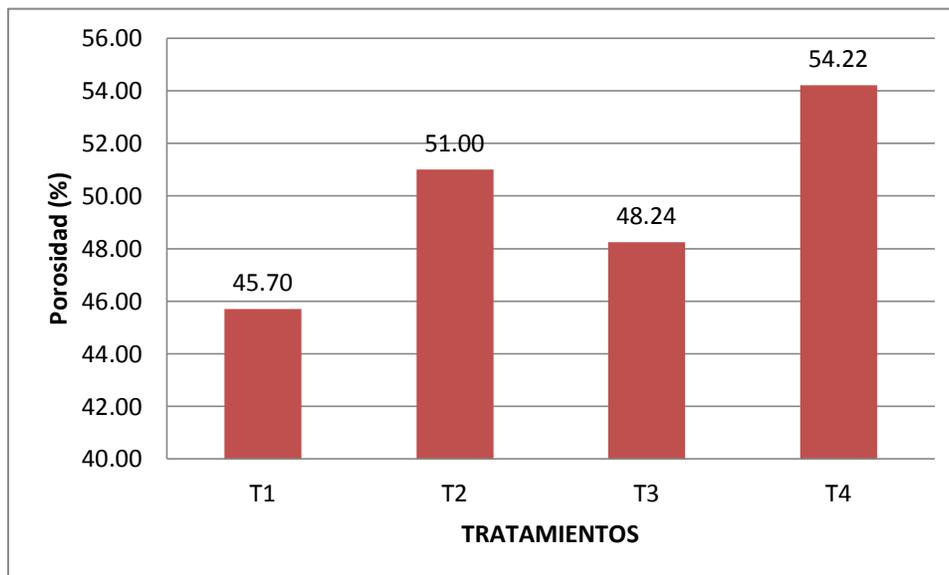
### 6.3.1.3 La Porosidad

Los resultados de la porosidad se obtuvieron del efecto de los tratamientos en relación a la densidad Aparente y densidad Real. Donde se realizó los promedios de las cuatro unidades experimentales resumiéndolos en bloques que se representan en el cuadro 9.

**Cuadro 9. Evaluación de la porosidad en los cuatro bloques de estudio.**

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO X
	Porosidad (%)				
T1	43.4	42.2	46.6	50.6	45.70
T2	50	48.5	51.7	53.8	51.00
T3	45.8	46.18	48.49	52.5	48.24
T4	50.57	55.6	55.3	55.4	54.22

Por tanto se realizó la sumatoria de los cuatro bloques con sus respectivos tratamientos obteniendo los promedios que se muestran en el gráfico 8.



**Gráfico 8. Evaluación de la porosidad de toda la unidad experimental de estudio.**

La porosidad en el bloque 1 se encuentra los macro poros y los micro poros donde los macro poros es donde se almacenan el aire dentro del suelo y los micro poros donde se almacenan el agua. Nos indican que en el tratamiento 2 y 4 existe mayor

porosidad que en el tratamiento 3 y 1 esto significa que hay mayor almacenamiento de agua respecto a los tratamientos 2 y 4.

Salazar (2004), indica la porosidad mucho depende del levantamiento del pan de tierra empezando por la labranza primaria y terminando por la labranza secundaria y como complemento la introducción de los abonos orgánicos mucho mejor líquidos a base de estiércol bovino y porcinos.

Los niveles de porosidad demostrada en el bloque 2 indican que en el tratamiento 4 existe mayor nivel de porosidad a diferencia de los otros tratamientos.

Chilón (2012), menciona que los niveles de porosidad influye mucho por la calidad del abono aportante donde se obtiene mejores resultados al final de la fase de experimentación.

Hay mayor incremento de porosidad en los tratamientos 2 y 4 en el bloque 3 a diferencia de los tratamientos 1 y 3 esto se explica que el biol está preparado a base de estiércol de llama el estiércol de llama tiene propiedades muy importantes en la autorregulación física del suelo.

En el estiércol porcino sucede de diferente forma donde este no es recomendable aplicarlo al suelo directamente si no esté funciona en el proceso del tiempo de fermentación ya que es más efectiva en forma líquida.

Por otra parte Miranda (2012), indica que la importancia y el impacto de los abonos orgánicos en el aumento de los macro poros en el suelo, se debe por un buen manejo de suelos en la hora de aplicar los abonos líquidos correspondientes.

En este último bloque a diferencia de otros bloques se puede ver un pequeño incremento en todos los tratamientos pero más en los tratamientos 2, 3 y 4 el incremento del nivel de porosidad en el suelo esto se debe en dos efectos que son efectos naturales por la precipitación pluvial que causa la lixiviación (arrastre de sustrato) donde todos los nutrientes que están en niveles superiores son arrastrados a niveles inferiores, dado en este caso que los bloques 1 y 2 por el efecto de lixiviación debido a la precipitación pluvial parte del sustrato son arrastrados junto con sus propiedades físicas a niveles inferiores como en el bloque 4 y el efecto

propiedades del bioabono que pudimos evidenciar en los resultados de los anteriores bloques nos indica que el tratamiento 2, 3 y 4 tuvo mayor incremento de porosidad a diferencia del tratamiento 1.

González (2001), indica que como la porosidad está conformada por macro poros y micro poros no es recomendable la anegación por el exceso de precipitación pluvial, ya que los nutrientes encontrados en la capa arable, entran en un proceso de osmosis y a consecuencia se produce la salinidad en la superficie del suelo.

#### 6.3.1.4 Almacenamiento de agua

El almacenamiento de agua es el resultado de la resta de la capacidad de campo (CC) con el punto de marchites permanente (PMP).

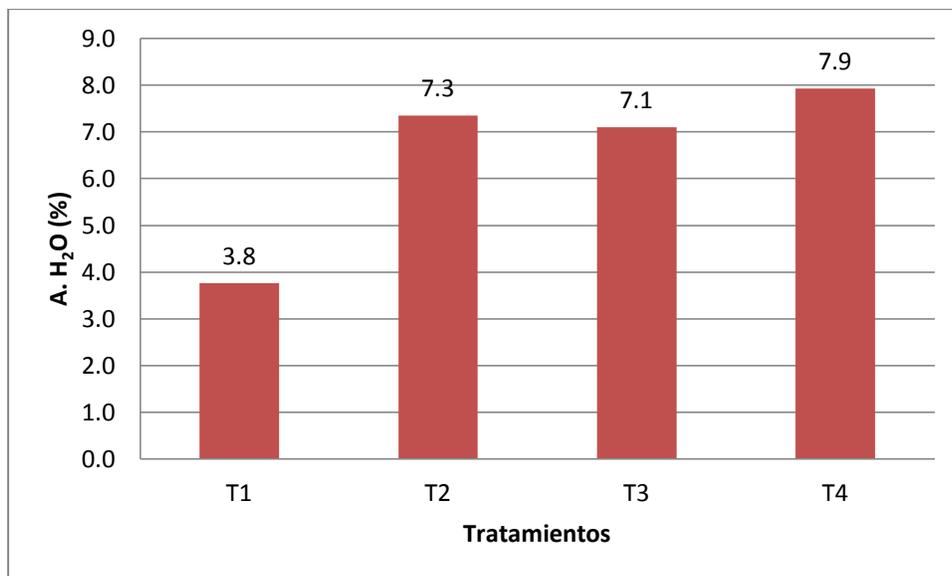
Para el estudio del almacenamiento del agua se tomó en cuenta cada bloque por separado por lo heterogéneo que es la parcela.

Se obtuvieron los resultados del efecto de los tratamientos en relación al almacenamiento de agua producto de la resta de la capacidad de campo (CC) y del punto de marchites permanente (PMP), donde se calculó los promedios de las cuatro unidades experimentales de los cuatro bloques que se representan en el cuadro 10.

**Cuadro 10. Contenido de almacenamiento de agua en los cuadro bloques de estudio.**

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	PROMEDIO X
	A. H <sub>2</sub> O (%)				
T1	3.76	4.00	3.28	4.02	3.765
T2	6.75	6.79	7.75	8.10	7.348
T3	7.00	7.20	7.06	7.16	7.105
T4	7.36	7.18	8.75	8.42	7.928

Se realizó la sumatoria de los cuatro bloques con sus respectivos tratamientos obteniendo los promedios que se muestran en el gráfico 9.



**Gráfico 9. Evaluación del almacenamiento de H<sub>2</sub>O en toda la unidad experimental de estudio.**

Se puede identificar en el bloque 1 que en los tratamientos 2, 3 y 4 hay un crecimiento bastante notorio a diferencia del tratamiento 1, pero a la vez mencionamos que el tratamiento 4 es mucho más efectivo esto se debe en el tiempo de preparación que tuvo este bioabono a diferencia de otros bioabonos porque el purín está a base de estiércol porcino y es más exigente respecto al tiempo de maceración, cuanto más es el proceso de maceración es mucho más efectivo en la autorregulación de las propiedades físicas y químicas del suelo.

El efecto de los tratamientos orgánicos es significativo en el almacenamiento de agua, los tres tratamientos superan al testigo pero el tratamiento 4 presentan con un 7.9% de almacenamiento de agua superiores a los otros esto se explica por los coloides orgánicos incorporados al suelo, si bien los valores de almacenamiento es medio lo que demuestra el efecto benéfico de la MO en el suelo.

Quino (2008), en la preparación de los abonos orgánicos líquidos depende mucho su calidad en la forma de su preparación adecuada pero principalmente en su tiempo de maceración.

Se observa que en el tratamiento 3 y 4 es más relevante a comparación de los tratamientos 1 y 2 ya que efecto de los tratamientos orgánicos es significativo en el almacenamiento de agua, los tres tratamientos superan al testigo pero el tratamiento 4 presentan % de almacenamiento de agua superiores a los otros esto se observa en el bloque 2.

Esto se explica por los coloides orgánicos incorporados al suelo, si bien los valores de almacenamiento es medio lo que demuestra el efecto benéfico de la MO en el suelo. más que todo en el tratamiento 3 que a comparación de los bloques 1, 3 y 4 es superior a los otros tratamientos esto se explica que en este bloque posiblemente se estuvo abonando antes de la experimentación con estiércol bovino ya que el tratamiento 3 su preparación esta en base de estiércol bovino.

Fideghelli (1987), menciona que la influencia de la naturaleza física del sustrato es importantísima por las condiciones de aireación y de humedad que puede crear en torno al sistema radicular e indirectamente al crecimiento.

Por lo tanto la aireación del sustrato es tanto mayor cuanto más elevado es el porcentaje de elementos gruesos y de arena. Los sustratos muy sueltos, sin embargo, tienen el grave inconveniente de poseer una capacidad hídrica muy baja y de estar sometidos por lo tanto a los inconvenientes de la sequía.

En el bloque 3 se determinó que el tratamiento 4 es el más relevante a comparación de los tratamientos 1, 2 y 3 esto se explica como lo hemos mencionado en la gráfica 9 del tratamiento 4 esto se debe que el efecto de los tratamientos orgánicos es significativo en el almacenamiento de agua, los tres tratamientos superan al testigo pero el tratamiento 4 presentan % de almacenamiento de agua superiores a los otros esto se explica por los coloides orgánicos incorporados al suelo, si bien los valores de almacenamiento es medio lo que demuestra el efecto benéfico de la MO en el suelo.

La capacidad hídrica de un sustrato aumenta con el porcentaje de partículas finas. A valores muy elevados de partículas arcillosas, disminuye la fracción de agua

utilizable, por lo que se pueden producir manifestaciones de sequía también aún con un contenido hídrico bastante elevado (Paredes, 1999).

En el último bloque se ve la superioridad de los tratamientos 4 y 2 a diferencia y en comparación de los tratamientos 1 y 3 esto se explica que los coloides orgánicos incorporados al suelo realmente son efectivos y esto implica la buena preparación de los abonos orgánicos y el buen manejo empleado en su experimentación.

Cuando se habla de “capacidad hídrica” de un sustrato nos referimos generalmente, a la “capacidad hídrica mínima” o “capacidad de campo” que es una fracción de la “capacidad máxima” o máxima cantidad de agua que un sustrato puede contener cuando todos los espacios vacíos están llenos. Interfieren varios factores, el ambiente, la planta, nutrición, agua, etc., ya que marca el límite de supervivencia (Quino, 2008).

### **6.3.2 Efecto de los bioabonos sobre las propiedades químicas del suelo**

Para el análisis químico de suelos se tomó en cuenta las variables edáficas que son: calcio (Ca), magnesio (Mg), acides de cambio, sodio (Na), potasio (K), conductividad eléctrica (C.E.), Nitrógeno (N), Fosforo (P) y pH.

En los resultados obtenidos por el instituto boliviano tecnológico nuclear se obtuvieron (anexo 5) en diferentes factores de conversión como:

- a) Ca, Mg, acides de cambio, Na y K en mili equivalentes gramos (meq/100g).
- b) La conductividad eléctrica en desino mol (Ds/m).
- c) El nitrógeno en porcentaje (%).
- d) El fosforo en partes por millón (ppm)
- e) El pH no se dio a conocer en que unidades de conversión pero se realizó por el método de potenciómetro.

#### **6.3.2.1 Estudio de Ca, Mg, Na, K y acides de cambio en el suelo**

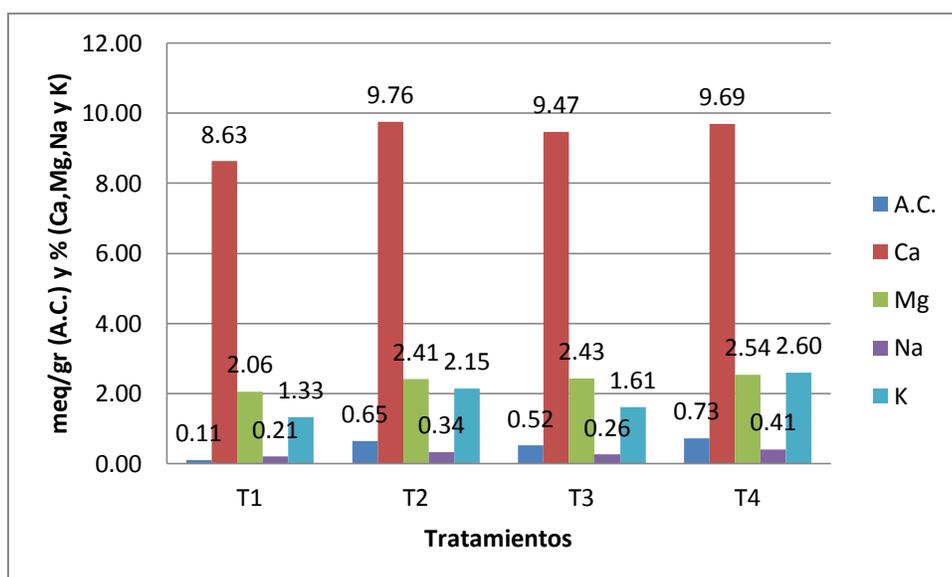
Para el estudio de Ca, Mg, acides de cambio, Na y K se tomó en cuenta cada bloque por separado por lo heterogéneo que es la parcela.

Se obtuvieron los resultados del efecto de los tratamientos en relación al estudio de Ca, Mg, Na, K y acides de cambio de los análisis realizados en el IBTEN donde se realizó los promedios de las cuatro unidades experimentales junto bloques que se presentan en el cuadro 11.

**Cuadro 11. Contenido de acides cambiante (A.C.), Ca, Mg, Na y K en los suelos de los cuatro bloques de estudio.**

Tratamientos	Bloque I					Bloque II					Bloque III					Bloque IV					TOTAL X				
	A.C.	Ca	Mg	Na	K	A.C.	Ca	Mg	Na	K	A.C.	Ca	Mg	Na	K	A.C.	Ca	Mg	Na	K	A.C.	Ca	Mg	Na	K
T1	0.05	8.66	2.00	0.23	0.94	0.03	8.54	2.02	0.19	0.92	0.12	8.65	2.09	0.17	1.58	0.23	8.68	2.13	0.25	1.87	0.11	8.63	2.06	0.21	1.33
T2	0.60	9.62	2.37	0.31	2.12	0.66	9.82	2.42	0.34	2.12	0.65	9.67	2.38	0.33	2.14	0.70	9.93	2.48	0.36	2.21	0.65	9.76	2.41	0.34	2.15
T3	0.42	9.22	2.40	0.23	1.32	0.66	9.82	2.42	0.34	2.12	0.46	9.39	2.44	0.24	1.35	0.54	9.45	2.46	0.24	1.66	0.52	9.47	2.43	0.26	1.61
T4	0.61	9.64	2.48	0.36	2.53	0.75	9.63	2.50	0.38	2.56	0.73	9.70	2.56	0.42	2.62	0.81	9.79	2.62	0.48	2.67	0.73	9.69	2.54	0.41	2.60

Se realizó la sumatoria de los cuatro bloques con sus respectivos tratamientos obteniendo los promedios que se muestran en el gráfico 10.



**Gráfico 10. Evaluación de niveles de cationes cambiables (Ca, mg, Na y K) y acides cambiante en el suelo con relación a los tratamientos.**

Respecto a los cationes cambiabiles (Ca, Mg, Na y K) del bloque 1 el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos 1, 2 y 3 esto se explica por la calidad del abono; sobre la acides cambiabile los valores indica que no hay riesgo de acides.

Rodríguez (2007), el incrementó del calcio en grandes proporciones se diferencia más en el altiplano respecto a otros pisos ecológicos como en el oriente y valles.

En el bloque 2 se puede evidenciar claramente el efecto de los cationes cambiabiles Ca, Mg, Na y K el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos 1, 2 y 3 esto se explica por la calidad del abono; sobre la acides cambiabile los valores indica que no hay riesgo de acides sin embargo no es sostenible por los cambios bruscos del clima como en el caso del altiplano las heladas.

Según Denisen (1990), solo las plantas constituyen un medio para almacenar la energía solar en forma de azucares o carbohidratos, constituyéndose estos en la materia fundamental para la síntesis de otros nutrientes, vitaminas, proteínas, grasas, pigmentos, enzimas, hormonas, ácidos orgánicos, alcoholes y otras sustancias orgánicas, que servirán posteriormente para la nutrición de las mismas plantas y los animales.

Se pudo evidenciar claramente que el bloque 3 respecto a los cationes cambiabiles (Ca, Mg, Na y K) del tratamiento 2 y 4 supera a los otros tratamientos 1 y 3 esto se explica por el buen manejo y la calidad del abono en su preparación; sobre la acides cambiabile los valores indica que no hay riesgo de acides.

Quevedo (1987), señala que en su generalidad los suelos del altiplano el contenido de potasio son altos, sin embargo esta disminución puede deberse al consumo de las plantas para hacer funcionar sus mecanismos de autodefensa biológica a las bajas temperaturas que se sucedieron y a la lixiviación por altas precipitaciones.

Al ver los cationes cambiabiles (Ca, Mg, Na y K) el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos 1, 2 y 3 esto se explica por la calidad del abono; sobre la acides cambiabile los valores indica que no hay riesgo de acides en el bloque 4.

### 6.3.2.2 Estudio de la conductividad eléctrica en el suelo

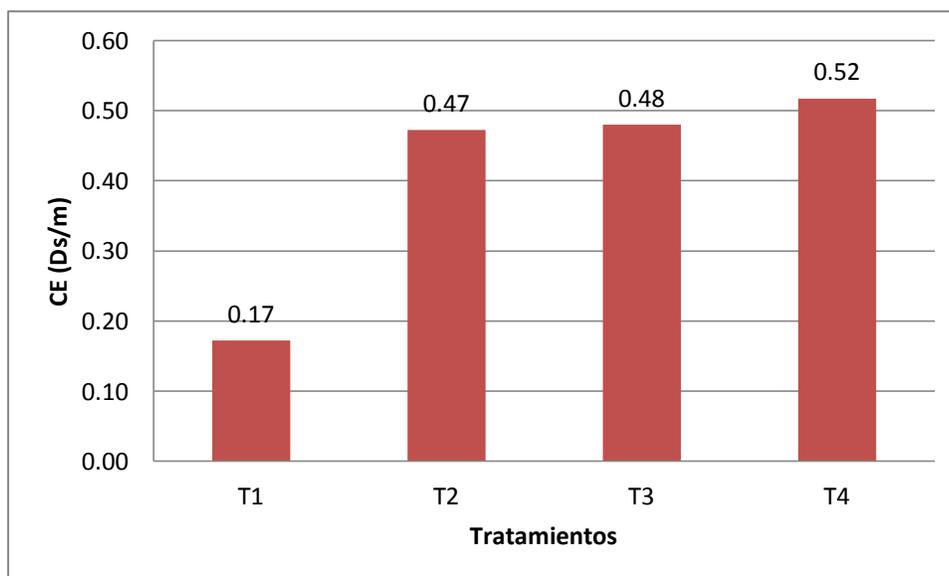
Para el estudio de la conductividad eléctrica se tomó en cuenta cada bloque por separado por lo heterogéneo que es la parcela.

Se obtuvieron los resultados del efecto de los tratamientos en relación al estudio de la conductividad eléctrica del instituto Boliviano Tecnológico Nuclear (IBTEN) donde se realizó los promedios de las cuatro unidades experimentales de todos los bloques que se representan en el cuadro 12.

**Cuadro 12. Evaluaciones de la conductividad eléctrica en los suelos de los cuatro bloques.**

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	TOTAL X
	CE (Ds/m)	CE (Ds/m)	CE (Ds/m)	CE (Ds/m)	CE (Ds/m)
T1	0.136	0.133	0.17	0.25	0.17
T2	0.43	0.47	0.47	0.52	0.47
T3	0.46	0.45	0.49	0.52	0.48
T4	0.49	0.48	0.52	0.58	0.52

Se realizó la sumatoria de los cuatro bloques con sus respectivos tratamientos obteniendo los promedios que se muestran en el gráfico 11 a continuación.



**Gráfico 11. Evaluación del incremento del índice de conductividad eléctrica (CE) en el suelo con relación a los tratamientos.**

Al observar los tratamientos del bloque 1 se puede identificar que el tratamiento 4 pero muy cerca se encuentra el tratamiento 3 que es superior a diferencia de los tratamientos 1 y 2 esto se explica que incrementa la conductividad eléctrica en comparación al testigo pero sin llegar a rango de salinidad que afecte a las plantas pero también hay una diferencia en grandes proporciones del incremento de la conductividad eléctrica en comparación con el testigo.

Aliaga (1994) señala que el efecto de las sales químicas con un incremento muy ligero de la conductividad eléctrica respecto al fertilizante químico es similar a los abonos orgánicos.

En el bloque 2 se puede observar los tratamientos se puede identificar que el tratamiento 2 y 4 es superior a diferencia de los tratamientos 1 y 3 esto se explica que incrementa la conductividad eléctrica en comparación al testigo pero sin llegar a rango de salinidad que afecte a las plantas pero también hay una diferencia en grandes proporciones del incremento de la conductividad eléctrica en comparación con el testigo.

Duran (1992), en los Suka Kollus de Caquiaviri encontró valores más altos que se estabilizan a 0.4676/m que son ligeramente salinos.

Al observar los tratamientos se puede identificar que el tratamiento 4 es superior a diferencia de los tratamientos 1, 2, y 3 en el bloque 3 lo cual incrementa la conductividad eléctrica en comparación al testigo pero sin llegar a rango de salinidad que afecte a las plantas pero también hay una diferencia en grandes proporciones del incremento de la conductividad eléctrica en comparación con el testigo.

Al respecto Aguilar (1992), indica que en estudios sobre el contenido de sales en terraplenes en puno se encontraron resultados contradictorios causado por una intensa precipitación pluvial donde causo el efecto de la osmosis.

Al observar en el bloque 4 los tratamientos se puede identificar que el tratamiento 2, 3 y 4 es superior al testigo esto nos indica que incrementa la conductividad eléctrica en comparación al testigo pero sin llegar a rango de salinidad que afecte a las plantas. Este incremento sorpresivo de los tres tratamientos posiblemente esté

basado por los efectos naturales causada por la precipitación pluvial que por efecto de la lixiviación y arrastre de nutrientes se destaca el incremento de nutrientes en los tratamientos 2, 3 y 4.

Por su parte Orsag (2012), en camellones construidos en suelos arcillosos en la zona de Viacha se observó que la CE varía en forma sobresaliente en la capa de suelo influida por el nivel de agua, agrega que aunque la variación de la CE tiene un carácter estacional, influida por el periodo de lluvia y estiaje, en todas formas los valores máximos que se registran podrían ocasionar un incremento del potencial matricial del suelo, a consecuencia del potencial osmótico, disminuyendo el agua aprovechable para los cultivos.

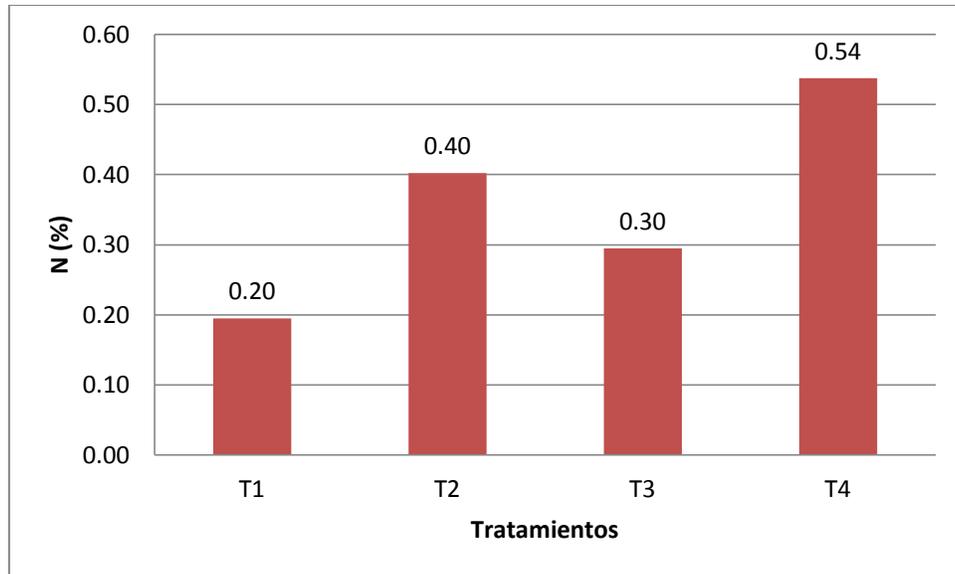
### 6.3.2.3 Estudio del nitrógeno en el suelo

Para el estudio del nitrógeno se tomó en cuenta cada bloque por separado por lo heterogéneo que es la parcela que se muestra en el cuadro 13.

**Cuadro 13. Contenido del nitrógeno en los cuatro bloques de estudio.**

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	TOTAL X
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
T1	0.17	0.15	0.22	0.24	0.20
T2	0.39	0.38	0.43	0.41	0.40
T3	0.27	0.29	0.29	0.33	0.30
T4	0.49	0.52	0.55	0.59	0.54

Se realizó la sumatoria de los cuatro bloques con sus respectivos tratamientos obteniendo los promedios que se muestran en el gráfico 12.



**Gráfico 12. Evaluación del incremento del N en el suelo con relación a los tratamientos.**

En el bloque 1 los tratamientos incrementan el contenido de nitrógeno con relación al testigo pero el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos posiblemente por su buen contenido de nitrógeno que al aplicarse al suelo se descompone y se libera al suelo.

Mamani (1997), menciona en su investigación que el nitrógeno total sufrió variaciones de acuerdo al contenido de materia orgánica a pesar de que en cada uno de los tratamientos decrece con respecto al valor inicial por efecto de un mayor contenido de humedad del suelo que provocaría un mayor lavado de este elemento.

Incrementan el contenido de nitrógeno con relación al testigo pero el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos posiblemente por su buen contenido de nitrógeno que al aplicarse al suelo se descompone y se libera al suelo en el bloque 2.

Reyes (2002), el purín es rico en nitrógeno y micro elementos, que cumple la misma función que un abono foliar. Tiene un alto contenido en aminoácidos, e incrementa la actividad microbiana del suelo.

El contenido de nitrógeno aumenta con relación al testigo pero el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos posiblemente por su buen contenido de nitrógeno que al aplicarse al suelo se descompone en el bloque 3.

Se observó que el testigo tuvo un incremento a diferencia del bloque 1 y 2 esto se debe a efectos naturales causada por la precipitación pluvial, donde se produce la lixiviación (arrastre de nutrientes) esto nos dice que la superficie con pendientes altos que por efecto de la lluvia todos los nutrientes son arrastrados a superficies bajas.

Buckman (1969), el nitrógeno es el mineral más importante en la nutrición de las plantas. Es fundamental en el crecimiento y producción. Forma parte de todas las proteínas, de la clorofila que da el color verde en las plantas y de muchas enzimas.

Se incrementan el contenido de nitrógeno con relación al testigo pero el tratamiento 4 supera a los otros tratamientos posiblemente por su buen contenido de nitrógeno que al aplicarse al suelo se descompone y se libera al suelo.

Se observó en el bloque 4 que el testigo tuvo un incremento a diferencia del bloque 1 y 2 esto se debe a efectos naturales causada por la precipitación pluvial (PP) donde se produce la lixiviación (arrastre de nutrientes) esto nos dice que la superficie con pendientes altos que por efecto de la lluvia todos los nutrientes son arrastrados a superficies bajas.

El purín 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 y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas (INIA, 2005).

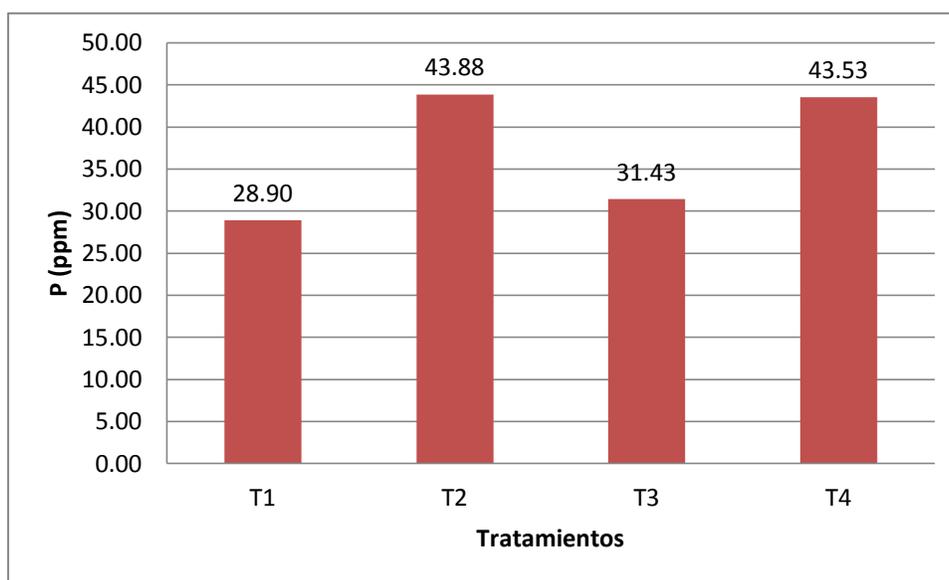
#### **6.3.2.4 Estudio del fósforo en el suelo**

Para el estudio del nitrógeno se tomó en cuenta cada bloque por separado por lo heterogéneo que es la parcela que se muestra en el cuadro 14.

**Cuadro 14. Contenido de fósforo en el suelo de los cuatro bloques de estudio.**

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	TOTAL X
	P (ppm)	P (ppm)	P (ppm)	P (ppm)	P (ppm)
T1	28.44	28.4	29.27	29.47	28.90
T2	42.32	42.3	45.22	45.67	43.88
T3	31.22	31.53	31.33	31.62	31.43
T4	43.1	43.22	43.88	43.92	43.53

Se realizó la sumatoria de los cuatro bloques con sus respectivos tratamientos obteniendo los promedios que se muestran en el gráfico 13.



**Gráfico 13. Evaluación del incremento del P en el suelo con relación a los tratamientos.**

En el bloque 1 sobre el contenido de fósforo el tratamiento 4 con 43,1 y el tratamiento 2 con 42,32 lo que indica que el purín y el biol aportan una mayor cantidad de fósforo a diferencia de los tratamientos 1 y 3.

Calisaya (2011), menciona que el purín como abono en el proceso de elaboración es el recurso limitante en la agricultura. Ya que este recurso está elaborado principalmente por estiércol porcino donde este animal es criado en granjas pequeñas en la cual la obtención del estiércol es en proporciones pequeñas.

Se destaca el contenido de fósforo el tratamiento 4 con 43.2 y el tratamiento 2 con 42,3 lo que indica que el purín y el biol aportan una mayor cantidad de fósforo a diferencia de los tratamientos 1 y 3 que dio por resultado en el bloque 2.

Quino (2008), expresa la riqueza de los abonos líquidos como el caldo de guano, purín y biol donde aporta el anhídrido fosfórico ya que la parte hidrosoluble es asimilable por la planta esta expresión es convencional.

Observando en el bloque 3 del cuadro 11 se puede diferenciar sorpresivamente que el tratamiento 2 supere al tratamiento 4 esto se explica como el bloque 3 se encuentra por debajo del bloque 1 y 2 por efecto de la precipitación pluvial causa la lixiviación (arrastre de nutrientes) de planicies altos hacia los planicies bajos.

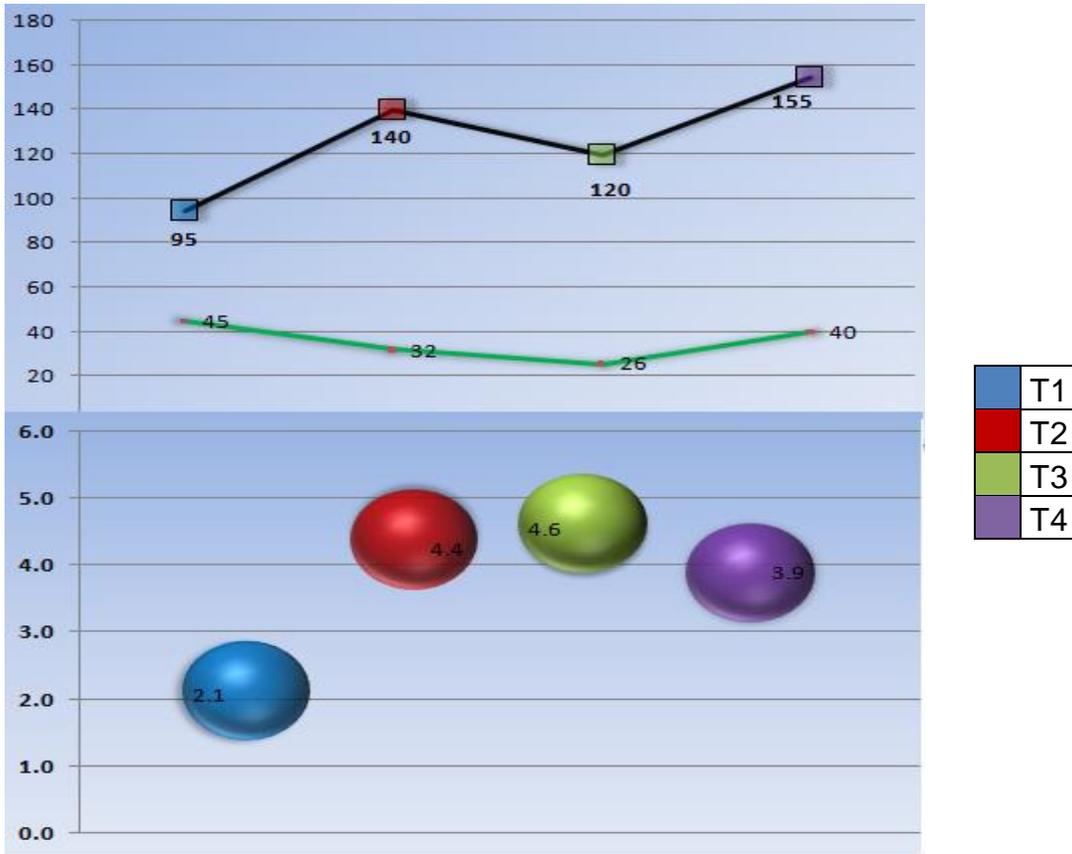
Quino (2008), el efecto del abono orgánico del biol en el crecimiento de las plantas se debe también en la introducción de aditivos en el momento de preparación como la incorporación de las levaduras que son hongos unicelulares donde su principal característica es de degradar cualquier materia orgánica en el proceso de maceración.

En el bloque 4 se puede diferenciar sorpresivamente que el tratamiento 2 supere al tratamiento 4 esto se explica como el bloque 3 se encuentra por debajo del bloque 1 y 2 por efecto de la precipitación pluvial causa la lixiviación (arrastre de nutrientes) de planicies altos hacia los planicies bajos.

Aliaga (1994), señala que en el tratamiento encontrado fue de 8 ppm en la capa arable superando que solo presenta 6 ppm. Esto se debería a que esta fuente libero P, que fue fácilmente lixiviado o puede haber sido mineralizado por los microorganismos del suelo.

#### **6.4 Análisis económico parcial de la relación costo-beneficio en la producción del romero**

En síntesis, el análisis económico (anexo 6) es donde de manera detallada se analiza la relación beneficio-costos del estudio en base a los resultados, para darnos una idea de la viabilidad de los bioabonos y poder identificar alternativas de inversión. Pero independientemente del estudio, siempre existe la posibilidad de invertir o no (gráfico 14).



**Gráfico 14. Análisis de los ingresos (Bs)-costo (Bs) y B/C.**

El costo del tratamiento 3 es de 26 Bs es más económico donde no implica mucha inversión a diferencia de los tratamientos 1, 2 y 4 también véase en anexo 6 esto se debe en la preparación del bioabono del té de estiércol que no involucra la compra de aceleradores como la levadura y activadores que son la chancaca y la leche solo se usó materiales orgánicos del lugar. Respecto a los ingresos se observa que en el tratamiento 4 con 155 Bs es el más sobresaliente respecto a otros tratamientos, (gráfico 14).

Para el beneficio se consideró las ramas de la planta por tratamiento, se observa que el tratamiento 2 y 4 posee mayor beneficio en promedio atreves del precio de la venta.

Por último el indicador definitivo es la relación (B/C) teniendo al T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> como el de mayor beneficio, interpretándose que por cada un boliviano invertido se gana cuatro bolivianos con cuarenta centavos en promedio.

Según Paredes (1999), la relación beneficio-costo es un parámetro muy parecido al valor presente neto (VPN) equivale, decir que los beneficios generados son superiores a los costos, por regla se acepta la investigación. Este indicador no debe tomarse para la decisión de un proyecto porque describen beneficios unitarios, pero no deciden nada acerca de la totalidad de los beneficios netos producidos por el proyecto. Este es el motivo por lo que se hace indispensable el uso del VPN como instrumento de decisión.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo a todos los resultados y discusiones se determina las siguientes conclusiones:

1. El abonamiento orgánico con, labores culturales son los factores importantes relacionados con el manejo del cultivo que en este caso es el cultivo del romero, que intervienen sobre el mejoramiento del suelo, producción del romero, tamaño y sobre todo la calidad del romero.
2. La incorporación de abonos orgánicos líquidos específicamente el Bioabono constituido de estiércol porcino ejerce mayor influencia en el rendimiento del producto comercial (producción del romero), frente al bioabono de estiércol camélido y bovino, los cuales presentaron rendimientos mayores respecto al testigo.
3. Por otra parte se pudo determinar que se obtuvieron buen comportamiento agronómico específicamente en el incremento del número de hojas que son aceptables para el mercado de la industrialización ya que con la aplicación de bioabono se llega a obtener buena producción dentro del comportamiento agronómico que se estudió como la altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas (bioabono de estiércol camélido, porcino y bovino) en relación al testigo.
4. Al incorporar los bioabonos al suelo, se mejoró las condiciones físicas y químicas del suelo después de la cosecha, aumentando la estabilidad estructural, incremento en la capacidad de retención hídrica, aumento en la capacidad de intercambio catiónico, regulando el pH del suelo, favoreciendo la conductividad eléctrica y mejorando la nutrición mineral de los cultivos.
5. Económicamente la mayor rentabilidad fue alcanzada bajo la aplicación del suelo como al follaje de Bioabono porcino y camélido, consiguientemente este tratamiento no tuvo problemas en la proliferación de plagas y enfermedades.
6. La densidad de plantación es una variable considerado de mucha importancia, puesto que a partir de este parámetro se espera el éxito o el fracaso en el rendimiento. En el presente estudio se plantea la siembra manual por esquejes,

respondiendo de manera muy favorable en los objetivos esperados, ya que se pudo controlar la competencia entre plantas debido a que el área de estudio no presento dimensiones mayores.

7. El análisis económico realizado en el cultivo del romero muestra que el tratamiento bioabono ovino y bovino obtuvo un B/C de 4,4; y es el que mayores créditos ofrece. El tratamiento bioabono porcino obtuvo un B/C de 3,9 como inmediato seguidor, y el sin tratamiento (sin bioabonos) presento menor B/C con 0,91 este valor considerado como testigo.
8. Finalmente se concluye que existe rentabilidad de un tratamiento, lo que demuestra un rango más o menos aceptable. No obstante lo anterior, es fluctuante, sí se ejerce un control en los factores que tengan influencia en el crecimiento: riego, sustrato, tratamientos para alterar la condición fisiológica o nutricional de las plantas madres o porciones de las mismas. Estos tratamientos, que a menudo conducen al incremento de la ramificación de las hojas. Para poder evaluar el VPN, TIR u otro indicador el tiempo de producción debe ser mayor a un año o de forma continua.

## 8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda utilizar el sistema de riego superficial ya que mediante este sistema se obtiene una mejor disolución del Bioabono en forma líquida, lo cual incide en mejorar la eficiencia de los cultivos principalmente de raíz, en términos de rendimiento.
2. Se recomienda sembrar por esquejes (asexual) para la producción intensiva del cultivo del romero bajo ambientes protegidos debido a su mayor rendimiento, rusticidad al ataque de plagas, enfermedades y factores medio ambientales.
3. Realizar trabajos similares en otras regiones y si es posible en otros pisos ecológicos para la validación del presente trabajo de investigación, y así evaluar y comparar estos resultados con otros y a diferentes altitudes.
4. Incentivar a los agricultores en el uso de abonos orgánicos (Bioabonos) para una agricultura ecológica, garantizando de esta manera la sostenibilidad productiva, la seguridad alimentaria, salud, conservación de recursos naturales, medio ambiente y principalmente suprimir los fertilizantes inorgánicos.
5. Evitar en lo máximo que el productor utilice fertilizantes químicos, previniendo de esta manera por todos los medios la contaminación y erosión de los recursos naturales (agua, aire, suelo, flora y fauna), garantizando el uso racional de los mismos, ya que los abonos orgánicos son una buena alternativa para la agricultura.
6. Efectuar trabajos de investigación complementarios con otros factores, como sistemas de riego, épocas de siembra y densidades de siembra.
7. Finalmente se recomienda realizar investigaciones con diferentes niveles de bioabonos, con diferentes variedades del romero buscando optimizar la dieta alimenticia y mejorar los ingresos, con el objetivo de generar otros ingresos económicos a los agricultores.

## 9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AEDES (Asociación Ecológica de Estados Sudamericanos). 2006. Cultivos Andinos. Ed. INA. Oruro-Bolivia 130 p.

ACOSTA, P. 1969. Respuesta del Café (*Coffea Arábica*) a la Fertilización Química y Orgánica. Tesis Lic.Ing.Agr. La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés. pp. 34-132.

ALONZO, G. 2004. Abonos Orgánicos. Ed. Tres Emes. Buenos Aires-Argentina. pp. 102-180.

ALIAGA, E. 1994. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes foliares. Ed. IICA. San José-Costa Rica. pp. 1-97.

AGUILAR, R. 1992. Análisis Comparativo del suelo del Trópico y del Altiplano. CIAT-IBTA, Santa Cruz-Bolivia. 179 p.

BUCKMAN, C. 1969. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. 6. Ed. Barcelona-España. 560 p.

CALISAYA, R. 2011. Manual descriptivo de abonos químicos-orgánicos. Ed. Soltros, Quito-Ecuador. pp. 254-268.

CRANKO, F. 1994. Manual descriptivo de plantas medicinales. Ed. IICA. San José – Costa Rica. pp. 260 – 266.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1999. Elaboración de Fertilizantes Químicos y Orgánicos. Ed. IICA. Santa Cruz-Bolivia. pp. 1-92.

CHILON, E. 1996. Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal. Ed. Cidat, La Paz-Bolivia. pp. 49-167.

DENISEN, V. 1990. Manejo y Tratamientos de suelos erosionados. Ed. Prodesa. Madrid-España. 158 p.

DURAN, T. Seminario sobre sistemas en la investigación, (1990, La Paz, Bol). 1992. 1992. Sistemas de Producción en el Altiplano. La Paz-Bolivia. 132 p.

ESCALANTE, R. 2005. Lo Opuesto a la Fertilización Química. 1. Ed. Cusco-Perú. pp. 33-167.

Embajada Española. 2008. Folleto de información. La Paz-Bolivia.

ESPINOZA, Q. 1995. Principios Básicos de Conservación y protección de Especies Nativas. 1. Ed. Cuba. 542 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Manual Técnico de Fertilizantes. Oficina Regional de la FAO. Para América Latina y el Caribe. pp. 32-57.

FDTA Valles (Facultad de Agronomía Tecnológico Ambiental de Valle). 2006. Introducción de especies a Latinoamérica, Ed. Caluña, Quito-Ecuador. 358 p.

FRITZ, R.; TRENKEL, A. 1979. Sistemas de Policultivos de Curso de Educación a distancia, Agroecológica y Desarrollo Rural, Santiago-Chile. pp. 117-221.

FIDEGUELLI, F. 1987. Biogás. Ed. Novass. Quito-Ecuador. pp. 25-89.

GONSALES, L. 2001, G. Guía de los árboles y arbustos de la península ibérica y baleare. Edición Mundi-Prensa. Barcelona-España. 272 p.

GROSS, W. 1986. El Cultivo del Tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet*) y la utilización con Abonos Orgánicos de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma. pp. 1-8.

GARCIA, E; ARANCIBIA, P. 1998. Edafología y Fertilización Agrícola. Ed. Aedos, Madrid-España. 140 p.

IICA (Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura).1994. Manejo Orgánico se especies arbóreas. Ed. Prico. Costa Rica. 240 p.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2005. Producción del Biol, Abono liquido Natural y Ecológico. Ed. Illpa, Puno-Perú. pp.123-224.

LAZARO, P. 2007. Manejo Ecológico del Suelo. 1. ed. Ed. Stefarg SRL. Lima-Perú. pp. 182-235.

- LESCANO, A. 1994. Guía de plantas aromáticas. Ed. Benson Agriculture and good Institute. Cusco-Perú. 193 p.
- MALDONADO, W. 1998. Edafología y Fertilización Agrícola. Ed. Aedos, Madrid-España. 140 p.
- MAROTO, K. 1995. Descripción de especies silvestres en su hábitat. Ed. Perico, Lima-Perú. 123 p.
- MORALES, T. 1987. Biogás. Ed. Tuna, Quito-Ecuador. pp. 12-135.
- MEDINA, A. 1992. El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. GTZ, Cochabamba-Bolivia. 137 p.
- MOGUEIRA, Z; VILLARROEL, R. 1988. Manual Práctico para la interpretación de análisis de suelo en Laboratorio. Ed. Agruco, Cochabamba-Bolivia. 34 p.
- MERUVIA, L. 1992. Cultivos Hidropónicos Orgánicos. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona-España. pp. 32-40.
- MIRANDA, R. 2012. Edafología (Entrevista). La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés.
- MAMANI, S. 1997. Fichas Técnicas. Cochabamba-Bolivia. 20 p.
- NAVA, A. 2004. Una agricultura Orgánica Sostenible. Ed. Semilla, La Paz-Bolivia. pp. 22-117.
- OCHOA, W. 2007. Formulación de Recomendaciones a partir de datos Agronómicos, un manual Metodológico de Evaluación agronómico-económico. Ed. Completa, MexicoDf-Mexico. 79 p.
- ORSAG, V. 2012. Manejo y Conservación de Suelos (Entrevista). La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés.
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2008-2011. Proyecto de Acuerdo Municipal N°2 en PDF. Copacabana, 30 de abril de 2008.
- PASTRANA, A. 2012. Sistemas Agroforestales (Entrevista). La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés.

- PASCUALI, R. 2008. Apuntes de diseño experimental. Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.
- PAREDES, D. 1999. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed. Trillas, México Df-Mexico. 158 p.
- QUINO, M. 2008. Apuntes de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andres, La Paz-Bolivia.
- QUEVEDO, Q. 1987. Manejo y Tratamientos de los cultivos andinos. Ed. Batan, Puno-Perú. pp. 89-134.
- RAMOS, H. 2005. Agricultura orgánica. Agricultura sostenible. Ed. América-Prensa. Medellin-Colombia. pp. 22-30
- RODRIGUEZ, S. 2007. Nutrición y fertilidad de plantas cultivadas. Ed. Huellas. La Paz-Bolivia. pp.182-243.
- ROYAL BOTANIC, PASA (Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria). 2010. Cochabamba-Bolivia. 43 p.
- REYES, S. 2002. Tipos de abonos y lombricultura. Ed. Ripalme. Lima-Perú. 126 p.
- RAMIREZ, A. 2000. Cultivos Andinos en América. Ed. Servilibros. Lima-Perú. pp. 87-179.
- SENAMI. 2011. Cartografía y Ubicación de datos territoriales. La Paz-Bolivia.
- SANCHEZ, R. 2003. El Suelo, los Abonos y la Fertilización de los cultivos. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona-España. pp. 34-43.
- SALAZAR, Q. 2004. Efecto de Abonos Orgánicos Líquidos en el rendimiento y como repelente en el cultivo del Tomate (*Lycopersicon Esculentum*). Facultad de Agronomía-UMSA, Tesis de grado, La Paz-Bolivia. 98 p.
- SOLÍS, R. 2011, Distribuidora de medicamentos (Entrevista).La Paz-Bolivia, Laboratorios Valencia.

VILLARROEL, V. 1998. Fertilización foliar y Formulación de suelos recomendados a partir de datos agronómicos. CYMMYT, Folleto de información N°7, México DF-Mexico.s/p.

# ANEXOS

## Anexo 1. Datos de Análisis de varianza

Diametro del cuello de la planta

VIAJE 1

BLOQU	Muestr	Muestra								
E 1	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6	a 7	a 8	a 9	10
TRAT 1	0.33	0.41	0.49	0.57	0.65	0.73	0.81	0.89	0.97	1.05
TRAT 2	0.32	0.41	0.50	0.59	0.68	0.77	0.86	0.95	1.04	1.13
TRAT 3	0.41	0.30	0.19	0.08	0.13	0.14	0.25	0.36	0.47	0.58
TRAT 4	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23

BLOQU	Muestr	Muestra								
E 2	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6	a 7	a 8	a 9	10
TRAT 1	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41
TRAT 2	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08
TRAT 3	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.66
TRAT 4	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31

BLOQU	Muestr	Muestra								
E 3	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6	a 7	a 8	a 9	10
TRAT 1	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50
TRAT 2	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.80	0.89	0.98	1.07	1.16
TRAT 3	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06
TRAT 4	0.43	0.34	0.25	0.16	0.07	0.12	0.11	0.21	0.29	0.38

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
TRAT 2	0.02	0.33	0.64	0.95	1.26	1.57	1.88	2.19	2.50	2.81
TRAT 3	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46
TRAT 4	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19

NUMERO DE HOJAS POR PLANTA

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4419	4319	4219	4119	4019	3919	3819	3719	3619	3519
TRAT 2	5142	5250	5358	5466	5574	5682	5790	5898	6006	6114
TRAT 3	5130	5233	5336	5439	5542	5645	5748	5851	5954	6057
TRAT 4	5021	5121	5221	5321	5421	5521	5621	5721	5821	5921

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	5165	5258	5351	5444	5537	5630	5723	5816	5909	6002
TRAT 2	5369	5477	5585	5693	5801	5909	6017	6125	6233	6341
TRAT 3	3693	3487	3281	3075	2869	2663	2457	2251	2045	1839
TRAT 4	5799	5994	6189	6384	6579	6774	6969	7164	7359	7554

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	3470	3471	3472	3473	3474	3475	3476	3477	3478	3479
TRAT 2	5461	5462	5463	5464	5465	5466	5467	5468	5469	5470
TRAT 3	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815	2816	2817
TRAT 4	4891	4892	4893	4894	4895	4896	4897	4898	4899	4900

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4148	4056	3964	3872	3780	3688	3596	3504	3412	3320
TRAT 2	5322	5422	5522	5622	5722	5822	5922	6022	6122	6222
TRAT 3	4287	4181	4075	3969	3863	3757	3651	3545	3439	3333
TRAT 4	4860	4867	4874	4881	4888	4895	4902	4909	4916	4923

ALTURA DE PLANTA

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
TRAT 2	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
TRAT 3	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
TRAT 4	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

BLOQU Muestr Muestra  
 E 2 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
TRAT 2	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28
TRAT 3	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
TRAT 4	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27

BLOQU Muestr Muestra  
 E 3 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21
TRAT 2	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22
TRAT 3	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24
TRAT 4	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19

BLOQU Muestr Muestra  
 E 4 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
TRAT 2	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28
TRAT 3	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29
TRAT 4	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24

Diámetro del

tallo

segundo viaje

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.33	0.41	0.49	0.57	0.65	0.73	0.81	0.89	0.97	1.05
TRAT 2	0.32	0.41	0.50	0.59	0.68	0.77	0.86	0.95	1.04	1.13
TRAT 3	0.41	0.30	0.19	0.08	0.13	0.22	0.21	0.33	0.32	0.26
TRAT 4	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41
TRAT 2	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08
TRAT 3	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.66
TRAT 4	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50
TRAT 2	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.80	0.89	0.98	1.07	1.16
TRAT 3	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06
TRAT 4	0.43	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34

BLOQU Muestr Muestr

E 4 a 1 a 2

TRAT 1	0.34	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
TRAT 2	0.42	0.32	0.22	0.12	0.02	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
TRAT 3	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42
TRAT 4	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23

NUMERO DE HOJAS POR

PLANTA

BLOQU Muestr Muestra

E 1 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	4819	4719	4619	4519	4419	4319	4219	4119	4019	3919
TRAT 2	4710	4818	4926	5034	5142	5250	5358	5466	5574	5682
TRAT 3	4718	4821	4924	5027	5130	5233	5336	5439	5542	5645
TRAT 4	4621	4721	4821	4921	5021	5121	5221	5321	5421	5521

BLOQU Muestr Muestra

E 2 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	4607	4700	4793	4886	4979	5072	5165	5258	5351	5444
TRAT 2	4721	4829	4937	5045	5153	5261	5369	5477	5585	5693
TRAT 3	4929	4723	4517	4311	4105	3899	3693	3487	3281	3075
TRAT 4	4629	4824	5019	5214	5409	5604	5799	5994	6189	6384

BLOQU Muestr Muestra  
 E 3 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	4800	4610	4420	4230	4040	3850	3660	3470	3280	3090
TRAT 2	4726	4831	4936	5041	5146	5251	5356	5461	5566	5671
TRAT 3	4922	4620	4318	4016	3714	3412	3110	2808	2506	2204
TRAT 4	4821	4831	4841	4851	4861	4871	4881	4891	4901	4911

BLOQU Muestr Muestra  
 E 4 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	4700	4608	4516	4424	4332	4240	4148	4056	3964	3872
TRAT 2	4722	4822	4922	5022	5122	5222	5322	5422	5522	5622
TRAT 3	4923	4817	4711	4605	4499	4393	4287	4181	4075	3969
TRAT 4	4818	4825	4832	4839	4846	4853	4860	4867	4874	4881

ALTURA DE  
 PLANTA

BLOQU Muestr Muestra  
 E 1 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
TRAT 2	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
TRAT 3	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TRAT 4	24	22	20	18	16	14	12	10	16	16

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
TRAT 2	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
TRAT 3	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
TRAT 4	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
TRAT 2	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
TRAT 3	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
TRAT 4	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
TRAT 2	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
TRAT 3	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
TRAT 4	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11

Diametro del tercer  
tallo viaje

BLOQU Muestr Muestra  
E 1 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.33	0.41	0.32	0.32	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26
TRAT 2	0.32	0.41	0.33	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
TRAT 3	0.41	0.30	0.34	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20
TRAT 4	0.32	0.31	0.42	0.32	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.43

BLOQU Muestr Muestra  
E 2 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.33	0.35	0.43	0.35	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47
TRAT 2	0.43	0.34	0.32	0.34	0.29	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14
TRAT 3	0.34	0.36	0.32	0.42	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.51
TRAT 4	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35

BLOQU Muestr Muestra  
E 3 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.32	0.34	0.34	0.42	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58
TRAT 2	0.33	0.44	0.35	0.32	0.33	0.32	0.31	0.29	0.28	0.27
TRAT 3	0.33	0.32	0.35	0.34	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37	0.38
TRAT 4	0.43	0.34	0.32	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12

BLOQU Muestr Muestra  
E 4 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.34	0.33	0.31	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
TRAT 2	0.44	0.32	0.43	0.34	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24
TRAT 3	0.35	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
TRAT 4	0.33	0.33	0.33	0.43	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58

NUMERO DE HOJAS POR  
PLANTA

BLOQU Muestr Muestra  
E 1 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	4819	4719	4922	4911	4821	4829	4622	4825	4765	4755
TRAT 2	4720	4818	4728	4620	4824	4718	4821	4726	4759	4762
TRAT 3	4718	4822	4621	4919	4925	4732	4917	4822	4892	4910
TRAT 4	4621	4721	4809	4821	4619	4924	4616	4617	4697	4692

BLOQU Muestr Muestra  
E 2 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	4607	4700	4905	4900	4807	4808	4606	4601	4694	4683
TRAT 2	4721	4831	4732	4618	4624	4929	4830	4727	4785	4793
TRAT 3	4929	4723	4924	4827	4919	4727	4721	4829	4760	4746
TRAT 4	4630	4824	4825	4835	4623	4923	4632	4621	4689	4678

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4810	4610	4908	4709	4710	4811	4706	4709	4719	4713
TRAT 2	4726	4818	4722	4631	4621	4621	4829	4820	4745	4750
TRAT 3	4922	4620	4621	4731	4922	4722	4726	4837	4786	4791
TRAT 4	4821	4831	4823	4828	4930	4825	4917	4614	4775	4764

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4706	4608	4910	4710	4610	4911	4814	4709	4798	4810
TRAT 2	4722	4822	4923	4622	4627	4630	4828	4928	4795	4802
TRAT 3	4923	4820	4634	4729	4834	4927	4619	4833	4755	4747
TRAT 4	4822	4825	4821	4921	4921	4823	4931	4822	4889	4896

ALTURA DE  
PLANTA

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	21	24	20	24	24	24	25	25	26	26
TRAT 2	22	24	21	25	25	25	26	26	27	28
TRAT 3	22	23	22	20	20	19	19	18	17	17
TRAT 4	24	22	20	22	20	19	18	18	17	16

BLOQU E 2	Muestr a 1	Muestr a 2	Muestr a 3	Muestr a 4	Muestr a 5	Muestr a 6	Muestr a 7	Muestr a 8	Muestr a 9	Muestra 10
TRAT 1	22	24	22	20	20	19	18	18	17	16
TRAT 2	25	21	23	25	24	24	24	25	25	25
TRAT 3	22	23	25	21	23	22	22	22	22	22
TRAT 4	24	20	20	22	20	19	19	18	18	17

BLOQU E 3	Muestr a 1	Muestr a 2	Muestr a 3	Muestr a 4	Muestr a 5	Muestr a 6	Muestr a 7	Muestr a 8	Muestr a 9	Muestra 10
TRAT 1	22	21	22	20	20	20	19	19	18	18
TRAT 2	23	23	25	24	25	26	26	27	27	28
TRAT 3	25	24	23	20	19	17	16	14	13	11
TRAT 4	20	22	21	24	25	26	27	28	29	30

BLOQU E 4	Muestr a 1	Muestr a 2	Muestr a 3	Muestr a 4	Muestr a 5	Muestr a 6	Muestr a 7	Muestr a 8	Muestr a 9	Muestra 10
TRAT 1	21	25	22	22	23	23	23	23	23	23
TRAT 2	24	23	23	24	24	24	24	24	24	24
TRAT 3	25	24	22	23	22	21	20	19	18	18
TRAT 4	20	24	25	20	23	23	23	23	23	23

diametro del      cuarto  
 tallo                viaje

BLOQU Muestr Muestra Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestra  
 E 1      a 1      2           a 3      a 4      a 5      a 6      a 7      a 8      a 9      10

TRAT 1	0.34	0.42	0.33	0.33	0.33	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27
TRAT 2	0.33	0.43	0.34	0.34	0.39	0.39	0.40	0.38	0.39	0.38
TRAT 3	0.43	0.33	0.34	0.34	0.30	0.29	0.27	0.24	0.25	0.23
TRAT 4	0.33	0.33	0.43	0.34	0.42	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52

BLOQU Muestr Muestra Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestra  
 E 2      a 1      2           a 3      a 4      a 5      a 6      a 7      a 8      a 9      10

TRAT 1	0.34	0.36	0.44	0.36	0.41	0.42	0.44	0.45	0.47	0.48
TRAT 2	0.44	0.35	0.33	0.35	0.35	0.27	0.25	0.22	0.18	0.16
TRAT 3	0.35	0.36	0.32	0.43	0.44	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52
TRAT 4	0.33	0.34	0.35	0.35	0.41	0.37	0.39	0.38	0.39	0.40

BLOQU Muestr Muestra Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestra  
 E 3      a 1      2           a 3      a 4      a 5      a 6      a 7      a 8      a 9      10

TRAT 1	0.33	0.35	0.35	0.44	0.43	0.46	0.50	0.52	0.55	0.59
TRAT 2	0.34	0.44	0.36	0.35	0.36	0.36	0.35	0.35	0.32	0.30
TRAT 3	0.34	0.33	0.35	0.36	0.37	0.37	0.36	0.39	0.36	0.40
TRAT 4	0.43	0.35	0.34	0.35	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.16

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.35	0.33	0.32	0.35	0.33	0.32	0.33	0.32	0.33	0.32
TRAT 2	0.45	0.34	0.44	0.34	0.36	0.34	0.32	0.27	0.28	0.22
TRAT 3	0.35	0.35	0.35	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.37	0.38
TRAT 4	0.34	0.33	0.34	0.44	0.48	0.49	0.52	0.56	0.58	0.61

numero de hojas por  
planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4819	4720	4921	4911	4822	4829	4622	4825	4765	4755
TRAT 2	4723	4823	4732	4623	4827	4721	4826	4729	4763	4765
TRAT 3	4722	4823	4623	4922	4928	4735	4921	4824	4895	4913
TRAT 4	4624	4724	4812	4825	4621	4927	4620	4619	4699	4694

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4607	4700	4905	4900	4807	4808	4606	4601	4694	4683
TRAT 2	4724	4835	4735	4621	4628	4932	4834	4731	4789	4797
TRAT 3	4932	4726	4927	4832	4922	4730	4725	4832	4764	4749
TRAT 4	4633	4827	4829	4838	4626	4928	4637	4625	4694	4683

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4811	4611	4910	4710	4711	4813	4709	4709	4719	4713
TRAT 2	4731	4823	4726	4634	4625	4624	4834	4823	4748	4753
TRAT 3	4926	4625	4625	4734	4926	4726	4730	4839	4788	4793
TRAT 4	4827	4835	4827	4831	4934	4831	4923	4620	4781	4770

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4707	4610	4911	4712	4612	4913	4815	4710	4800	4811
TRAT 2	4725	4825	4926	4625	4631	4634	4831	4931	4798	4805
TRAT 3	4926	4823	4637	4731	4838	4931	4623	4838	4760	4752
TRAT 4	4828	4831	4829	4929	4926	4829	4937	4830	4896	4903

altura de planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	21	24	20	24	24	24	25	26	26	26
TRAT 2	23	25	22	25	26	26	28	29	26	28
TRAT 3	22	24	23	22	23	22	22	22	22	20
TRAT 4	25	23	21	23	24	23	25	25	22	20

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	24	22	20	20	20	18	18	18	16
TRAT 2	26	22	24	26	26	25	25	26	26	26
TRAT 3	23	24	26	22	24	23	23	23	23	23
TRAT 4	24	21	22	24	26	23	23	23	23	24

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	21	22	20	21	19.5	19	19	18	18
TRAT 2	24	24	26	25	27	26.5	27	30	28	30
TRAT 3	26	25	25	22	21.5	20.3	19.1	17.9	14	15.5
TRAT 4	22	26	24	26	28	28	29	32	31	33

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	21	25	22	22	23	24	23	24	23	23
TRAT 2	25	24	24	26	27	26	26	26	27	27
TRAT 3	26	25	25	24	24	23	22	22	20	21
TRAT 4	21	26	26	22	26	26	25	26	26	25

diametro del quinto  
tallo viaje

BLOQU Muestr Muestra Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestra  
E 1 a 1 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.35	0.44	0.35	0.41	0.34	0.33	0.31	0.30	0.28	0.28
TRAT 2	0.42	0.43	0.44	0.41	0.42	0.43	0.43	0.41	0.44	0.42
TRAT 3	0.43	0.43	0.44	0.40	0.33	0.32	0.30	0.27	0.30	0.26
TRAT 4	0.43	0.43	0.43	0.39	0.48	0.51	0.54	0.56	0.57	0.58

BLOQU Muestr Muestra Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestra  
E 2 a 1 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.36	0.38	0.42	0.40	0.43	0.43	0.44	0.45	0.47	0.49
TRAT 2	0.48	0.40	0.41	0.41	0.40	0.34	0.30	0.29	0.24	0.22
TRAT 3	0.42	0.41	0.42	0.46	0.46	0.47	0.49	0.50	0.53	0.53
TRAT 4	0.41	0.42	0.41	0.44	0.48	0.43	0.46	0.46	0.45	0.47

BLOQU Muestr Muestra Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestr Muestra  
E 3 a 1 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.35	0.37	0.36	0.40	0.43	0.46	0.50	0.53	0.55	0.59
TRAT 2	0.44	0.49	0.39	0.41	0.41	0.40	0.39	0.39	0.37	0.36
TRAT 3	0.42	0.45	0.41	0.42	0.41	0.40	0.39	0.42	0.40	0.44
TRAT 4	0.45	0.40	0.40	0.40	0.38	0.35	0.33	0.30	0.26	0.23

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.38	0.37	0.36	0.39	0.34	0.33	0.34	0.32	0.33	0.33
TRAT 2	0.47	0.41	0.48	0.41	0.415	0.404	0.393	0.31	0.34	0.29
TRAT 3	0.42	0.42	0.45	0.42	0.4	0.39	0.41	0.4	0.42	0.41
TRAT 4	0.41	0.41	0.4	0.47	0.53	0.55	0.57	0.59	0.65	0.67

numero de hojas por  
planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4825	4724	4927	4917	4824	4833	4627	4830	4769	4759
TRAT 2	4734	4831	4738	4639	4840	4737	4840	4739	4777	4780
TRAT 3	4732	4835	4639	4938	4939	4739	4941	4834	4907	4926
TRAT 4	4630	4736	4837	4839	4638	4939	4632	4639	4717	4713

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4612	4709	4911	4912	4815	4815	4615	4612	4704	4694
TRAT 2	4734	4840	4739	4636	4639	4942	4839	4741	4799	4807
TRAT 3	4936	4737	4940	4838	4937	4740	4735	4839	4774	4760
TRAT 4	4638	4838	4838	4844	4639	4938	4643	4636	4704	4693

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4817	4614	4911	4710	4713	4814	4711	4713	4722	4716
TRAT 2	4736	4842	4736	4642	4642	4634	4845	4843	4765	4770
TRAT 3	4937	4637	4633	4744	4936	4736	4740	4845	4796	4800
TRAT 4	4839	4841	4832	4839	4944	4841	4943	4630	4795	4785

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4710	4612	4914	4713	4615	4917	4817	4715	4804	4815
TRAT 2	4735	4835	4936	4635	4641	4639	4841	4941	4807	4814
TRAT 3	4936	4843	4637	4741	4838	4941	4643	4848	4771	4764
TRAT 4	4838	4841	4839	4939	4936	4839	4944	4840	4905	4911

altura de planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	25	21	25	24	25	25	26	26	27
TRAT 2	24	26	24	28	29	28	30	31	29	31
TRAT 3	23	27	25	23	25	24	24	23	24	22
TRAT 4	26	26	24	26	27	26	28	28	26	23

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	23	25	23	20	20	20	19	18	18	17
TRAT 2	28	25	28	29	29	28	28	29	29	29
TRAT 3	25	26	29	24	26	25	25	25	25	25
TRAT 4	28	24	25	27	29	27	26	26	27	27

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	23	22	23	20	21	20	20	20	19	18
TRAT 2	26	27	27	27	30	27	30	33	31	33
TRAT 3	29	27	27	24	23	22	21	20	16	17
TRAT 4	25	29	27	29	31	31	32	35	34	36

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestra 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	26	23	22	23	24	24	24	24	24
TRAT 2	28	27	27	29	30	29	29	29	30	30
TRAT 3	28	27	27	26	26	25	24	24	22	23
TRAT 4	25	29	29	26	29	29	28	30	29	29

diametro del 6to  
 tallo viaje

BLOQU Muestr Muestra  
 E 1 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.36	0.45	0.36	0.42	0.34	0.34	0.32	0.30	0.29	0.29
TRAT 2	0.49	0.49	0.50	0.49	0.48	0.48	0.49	0.47	0.50	0.50
TRAT 3	0.53	0.51	0.52	0.50	0.37	0.36	0.36	0.31	0.37	0.31
TRAT 4	0.54	0.52	0.54	0.44	0.52	0.55	0.59	0.60	0.64	0.64

BLOQU Muestr Muestra  
 E 2 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.37	0.40	0.43	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.48	0.50
TRAT 2	0.55	0.49	0.49	0.52	0.45	0.45	0.38	0.35	0.30	0.28
TRAT 3	0.52	0.48	0.52	0.50	0.49	0.49	0.52	0.54	0.56	0.55
TRAT 4	0.51	0.52	0.51	0.56	0.56	0.50	0.53	0.52	0.52	0.54

BLOQU Muestr Muestra  
 E 3 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.36	0.38	0.37	0.41	0.43	0.47	0.51	0.54	0.56	0.61
TRAT 2	0.49	0.54	0.42	0.46	0.47	0.47	0.44	0.44	0.41	0.40
TRAT 3	0.52	0.55	0.48	0.47	0.45	0.43	0.41	0.45	0.43	0.50
TRAT 4	0.51	0.49	0.49	0.50	0.44	0.42	0.40	0.38	0.31	0.29

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.39	0.39	0.39	0.41	0.35	0.35	0.37	0.33	0.34	0.35
TRAT 2	0.55	0.48	0.52	0.49	0.48	0.46	0.45	0.38	0.42	0.36
TRAT 3	0.49	0.51	0.55	0.52	0.44	0.43	0.47	0.48	0.46	0.46
TRAT 4	0.49	0.49	0.49	0.54	0.59	0.61	0.63	0.65	0.70	0.72

numero de hojas por  
planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4829	4726	4929	4919	4826	4837	4629	4832	4771	4761
TRAT 2	4741	4839	4744	4645	4849	4745	4849	4746	4785	4789
TRAT 3	4739	4845	4642	4947	4946	4742	4948	4843	4914	4932
TRAT 4	4639	4742	4846	4841	4644	4948	4648	4647	4728	4724

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4610	4711	4913	4916	4819	4818	4619	4615	4709	4700
TRAT 2	4739	4845	4743	4646	4644	4942	4844	4748	4804	4812
TRAT 3	4942	4746	4949	4843	4947	4749	4742	4842	4780	4765
TRAT 4	4643	4849	4848	4849	4648	4946	4641	4645	4717	4698

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4819	4618	4913	4713	4716	4817	4714	4716	4725	4719
TRAT 2	4742	4849	4740	4646	4655	4639	4843	4852	4800	4822
TRAT 3	4945	4641	4635	4749	4942	4742	4747	4851	4802	4812
TRAT 4	4849	4844	4841	4842	4949	4848	4949	4639	4801	4792

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4712	4613	4916	4715	4617	4919	4819	4718	4806	4818
TRAT 2	4743	4840	4941	4644	4648	4643	4847	4946	4815	4825
TRAT 3	4941	4849	4643	4749	4846	4949	4649	4853	4778	4771
TRAT 4	4840	4849	4844	4943	4943	4843	4950	4849	4913	4920

altura de planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	26	21	26	25	25	26	26	27	27
TRAT 2	26	28	29	30	32	31	33	35	33	37
TRAT 3	25	29	27	25	27	26	26	25	27	27
TRAT 4	28	30	29	30	30	31	31	33	31	28

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	23	26	23	22	21	21	20	19	19	19
TRAT 2	31	28	31	32	32	32	32	33	33	34
TRAT 3	27	28	31	26	28	28	28	29	28	29
TRAT 4	32	28	29	30	33	31	30	30	31	31

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	24	23	24	21	22	21	21	20	20	19
TRAT 2	30	31	30	30	35	30	33	37	36	35
TRAT 3	32	29	20	26	27	26	26	25	19	20
TRAT 4	30	33	32	33	36	36	37	39	38	40

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	23	27	24	23	24	24	24	24	26	25
TRAT 2	31	31	32	33	34	35	35	35	36	37
TRAT 3	30	29	30	29	29	28	27	26	26	27
TRAT 4	29	33	34	32	35	35	31	35	34	35

Diametro del

tallo

septimo viaje

BLOQU Muestr Muestra  
E 1 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.39	0.49	0.4	0.45	0.38	0.404	0.398	0.392	0.386	0.38
TRAT 2	0.54	0.54	0.55	0.54	0.55	0.55	0.552	0.554	0.556	0.558
TRAT 3	0.56	0.53	0.54	0.54	0.4	0.421	0.39	0.359	0.328	0.297
TRAT 4	0.59	0.56	0.58	0.49	0.57	0.525	0.514	0.503	0.492	0.481

BLOQU Muestr Muestra  
E 2 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.4	0.44	0.46	0.45	0.46	0.481	0.494	0.507	0.52	0.533
TRAT 2	0.58	0.54	0.55	0.57	0.5	0.509	0.496	0.483	0.47	0.457
TRAT 3	0.55	0.51	0.55	0.53	0.52	0.52	0.516	0.512	0.508	0.504
TRAT 4	0.57	0.58	0.57	0.69	0.6	0.653	0.67	0.687	0.704	0.721

BLOQU Muestr Muestra  
E 3 a 1 a 2 a 3 a 4 a 5 a 6 a 7 a 8 a 9 10

TRAT 1	0.39	0.4	0.4	0.44	0.43	0.448	0.46	0.472	0.484	0.496
TRAT 2	0.54	0.58	0.46	0.51	0.47	0.449	0.428	0.407	0.386	0.365
TRAT 3	0.54	0.58	0.5	0.5	0.45	0.436	0.41	0.384	0.358	0.332
TRAT 4	0.57	0.52	0.54	0.56	0.44	0.46	0.438	0.416	0.394	0.372

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	0.39	0.4	0.4	0.44	0.43	0.448	0.46	0.472	0.484	0.496
TRAT 2	0.54	0.58	0.46	0.51	0.47	0.449	0.428	0.407	0.386	0.365
TRAT 3	0.54	0.58	0.5	0.5	0.45	0.436	0.41	0.384	0.358	0.332
TRAT 4	0.57	0.52	0.54	0.56	0.44	0.46	0.438	0.416	0.394	0.372

numero de hojas por planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4830	4728	4932	4922	4828	4905	4924	4943	4962	4981
	4751	4848	4751	4649	4855	4773.	4774.	4775.	4776.	4777.1
TRAT 2						5	4	3	2	
	4742	4850	4649	4950	4950	4983	5034.	5086.	5137.	5189.4
TRAT 3							6	2	8	
	4644	4749	4850	4850	4652	4784.	4795.	4807.	4819.	4830.9
TRAT 4						1	8	5	2	

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4612	4713	4915	4918	4821	4983	5045	5107	5170	5232
TRAT 2	4748	4856	4752	4658	4655	4619	4580	4542	4503	4465
TRAT 3	4946	4750	4953	4847	4951	4922	4932	4943	4954	4964
TRAT 4	4652	4857	4853	4858	4659	4780	4782	4783	4785	4786

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4819	4618	4913	4716	4719	4726	4716	4706	4696	4686
TRAT 2	4742	4849	4740	4657	4666	4628	4593	4559	4524	4490
TRAT 3	4945	4641	4635	4755	4948	4821	4833	4845	4857	4869
TRAT 4	4849	4844	4841	4850	4960	4937	4960	4983	5006	5028

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	4715	4616	4919	4719	4621	4693	4684	4676	4667	4659
TRAT 2	4755	4851	4952	4650	4659	4656	4616	4577	4538	4498
TRAT 3	4947	4854	4649	4755	4854	4726	4698	4669	4641	4612
TRAT 4	4852	4853	4855	4952	4954	4984	5014	5045	5075	5105

altura de la  
planta

BLOQU E 1 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	23	26	22	26	26	26	27	28	28	28
TRAT 2	26	30	31	33	34	33	36	38	36	39
TRAT 3	27	30	28	27	29	28	29	29	29	29
TRAT 4	31	32	31	33	33	34	34	35	35	32

BLOQU E 2 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	24	26	24	22	22	21	20	20	19	20
TRAT 2	33	31	34	35	35	35	35	36	36	37
TRAT 3	29	30	33	28	30	30	30	31	30	30
TRAT 4	35	31	32	33	36	35	33	33	35	34

BLOQU E 3 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TRAT 2	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
TRAT 3	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
TRAT 4	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

BLOQU E 4 Muestr a 1 Muestr a 2 Muestr a 3 Muestr a 4 Muestr a 5 Muestr a 6 Muestr a 7 Muestr a 8 Muestr a 9 Muestra 10

TRAT 1	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
TRAT 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
TRAT 3	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
TRAT 4	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

## Anexo 2. Análisis de varianza con el programa SAS

The SAS System

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values			
Bloques	4	1	2	3	4
Abonos	4	Biol	Purín	T-estier	Testigo

Number of observations 16

The SAS System

The GLM Procedure

Dependent Variable: VR	Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	63.375	10.5625	6.31	0.0076
Error	9	15.0625	1.67361111		
Corrected Total	15	78.4375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.807968	4.758368	1.293681	27.1875

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloques	3	2.1875	0.72916667	0.44	0.7328
Abonos	3	61.1875	20.3958333	12.19	0.0016

The SAS System

The GLM Procedure

Least Squares Means

abonos	VR LSMEAN
Biol	27.5
Purín	29.75
T-estier	27.25
Testigo	24.25

The SAS System

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values			
Bloques	4	1	2	3	4
Abonos	4	Biol	Purín	T-estier	Testigo

Number of observations 16

The SAS System

The GLM Procedure

Dependent Variable: VR	Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	16126.875	2687.8125	0.79	0.6026
Error	9	30799.0625	3422.11806		
Corrected Total	15	46925.9375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.343667	1.219854	58.49887	4795.563

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloques	3	540.1875	180.0625	0.05	0.9831
Abonos	3	15586.6875	5195.5625	1.52	0.2753

The SAS System

The GLM Procedure

Least Squares Means

abonos	VR LSMEAN
Biol	4752.25
Purín	4821.75
T-estier	4828.5
Testigo	4779.75

The SAS System

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
-------	--------	--------

Bloques	4	1	2	3	4
Abonos	4	Biol	Purín	T-estier	Testigo

Number of observations 16

The SAS System

The GLM Procedure

Dependent Variable: VR	Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	273	45.5	18	0.0002
Error	9	22.75	2.5277778		
Corrected Total	15	295.75			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.923077	5.234234	1.589899	30.375

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloques	3	0.25	0.0833333	0.03	0.9914
Abonos	3	272.75	90.9166667	35.97	0.0001

The SAS System

The GLM Procedure

Least Squares Means

abonos	VR LSMEAN
Biol	34.5
Purín	33.5
T-estier	29.5
Testigo	24

### Anexo 3. Análisis de varianza Duncan con el programa SAS

The SAS System

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values			
Bloques	4	1	2	3	4
Abonos	4	Biol	Purín	T-estier	Testigo

Number of observations 16

The SAS System

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: VR	Sum of				
	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	63.375	10.5625	6.31	0.0076
Error	9	15.0625	1.67361111		
Corrected Total	15	78.4375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.807968	4.758368	1.293681	27.1875

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloques	3	2.1875	0.72916667	0.44	0.7328
Abonos	3	61.1875	20.39583333	12.19	0.0016

The SAS System

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for VR

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	1.673611

Number of Means	2	3	4
Critical Range	2.069	2.16	2.212

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	abonos
A	29.75	4	Purín
B	27.5	4	Biol
C	27.25	4	T-estier
D	24.25	4	Testigo

The SAS System

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values			
Bloques	4	1	2	3	4
Abonos	4	Biol	Purín	T-estier	Testigo

Number of observations 16

The SAS System

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: VR	Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	16126.875	2687.8125	0.79	0.6026
Error	9	30799.0625	3422.11806		
Corrected Total	15	46925.9375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.343667	1.219854	58.49887	4795.563

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloques	3	540.1875	180.0625	0.05	0.9831
Abonos	3	15586.6875	5195.5625	1.52	0.2753

The SAS System

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for VR

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
-------	------

Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3422.118

Number of Means	2	3	4
Critical Range	93.6	97.7	100

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	abonos
A	4828.5	4	T-estier
B	4821.75	4	Purín
C	4779.75	4	Testigo
D	4752.25	4	Biol

The SAS System

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values			
Bloques	4	1	2	3	4
Abonos	4	Biol	Purín	T-estier	Testigo

Number of observations 16

The SAS System

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: VR	Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	273	45.5	18	0.0002
Error	9	22.75	2.5277778		
Corrected Total	15	295.75			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.923077	5.234234	1.589899	30.375

Source	DF	Anova SS	Mean	F Value	Pr > F
--------	----	----------	------	---------	--------

			Square		
Bloques	3	0.25	0.08333333	0.03	0.9914
Abonos	3	272.75	90.9166667	35.97	0.0001

The SAS System

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for VR

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	2.527778

Number of Means	2	3	4
Critical Range	2.543	2.654	2.719

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	abonos
A	34.5	4	Biol
B	33.5	4	Purín
C	29.5	4	T-estier
D	24	4	Testigo

**Anexo 4. Resultados del IBTEN de los Contenidos de nutrientes de los tres bioabonos**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>
Nitrógeno	0.06	%N	Kjeldahi
Fosforo	0.0089	%P	espectrofotometría UV-Visible
Potasio	0.064	%K	Emisión atómica
carbono orgánico	0.2596	%C	Walker Black
Calcio	1.091	%Ca	Absorción Atómica
Magnesio	0.0275	%Mg	Absorción Atómica
Hierro	0.785	%Fe	Absorción Atómica
Cobre	<0.0005	%Cu	Absorción Atómica
Manganeso	0.092	%Mn	Absorción Atómica
pH	7.55	-	Potenciómetro
CE	4.37	mS/cm	Potenciómetro
Humedad	2.3	%H	Gravimetría
Materia seca	97.7	%MS	Gravimetría

TE DE ESTIERCOL

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>
Nitrógeno	0.02	%N	Kjeldahi
Fosforo	0.0024	%P	espectrofotometría UV-Visible
Potasio	0.022	%K	Emisión atómica
carbono orgánico	0.05	%C	Walker Black
Calcio	0.0058	%Ca	Absorción Atómica

Magnesio	0.0013	%Mg	Absorción Atómica
Hierro	0.013	%Fe	Absorción Atómica
Cobre	<0.0002	%Cu	Absorción Atómica
Manganeso	0.007	%Mn	Absorción Atómica
pH	7.1	-	Potenciómetro
CE	2.87	mS/cm	Potenciómetro
Humedad	0.1	%H	Gravimetría
Materia seca	99.9	%MS	Gravimetría
PURIN			
<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>
Nitrógeno	0.01	%N	Kjeldahi
Fosforo	0.0028	%P	espectrofotometría UV-Visible
Potasio	0.03	%K	Emisión atómica
carbono orgánico	0.026	%C	Walker Black
Calcio	0.168	%Ca	Absorción Atómica
magnesio	0.0059	%Mg	Absorción Atómica
Hierro	0.011	%Fe	Absorción Atómica
Cobre	<0.0001	%Cu	Absorción Atómica
manganeso	0.006	%Mn	Absorción Atómica
pH	7	-	Potenciómetro
CE	1.59	mS/cm	Potenciómetro
Humedad	0.9	%H	Gravimetría
Materia seca	99.1	%MS	Gravimetría

## Anexo 5. Resultados de análisis de suelo por el IBTEN

### Testigo

BLOQUE	Arena	Arcilla	Limo	Grava
B1T1	58	19	21	49.6
B2T1	51	19	20	49.62
B3T1	68	32	30	50.22
B4T1	68	33	28	50.1

### Biol

BLOQUE	Arena	Arcilla	Limo	Grava
B1T2	58	23	22	49.69
B2T2	57	22	22	49.67
B3T2	70	35	30	50.28
B4T2	72	36	32	50.2

### Te de estiércol

BLOQUE	Arena	Arcilla	Limo	Grava
B1T3	54	21	20	49.66
B2T3	54	21	21	49.65
B3T3	69	33	31	50.24
B4T3	69	32	31	50.25

### Purín

BLOQUE	Arena	Arcilla	Limo	Grava
B1T4	57	24	23	49.71
B2T4	58	23	24	49.68
B3T4	74	38	33	50.34
B4T4	76	38	36	50.39

## ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

### Testigo

BLOQUE	Ph 1:5	CE	Acides de ca	Ca	Mg	Na	K	N	P
1	5.9	0.136	0.05	8.66	2	0.23	0.94	0.17	28.44
2	5.91	0.133	0.03	8.54	2.02	0.19	0.92	0.15	28.4
3	5.34	0.17	0.12	8.65	2.09	0.17	1.58	0.22	29.27
4	5.4	0.25	0.23	8.68	2.13	0.25	1.87	0.24	29.47

## Biol

BLOQUE	Ph 1:5	CE	Acides de ca	Ca	Mg	Na	K	N	P
1	5.19	0.43	0.6	9.62	2.37	0.31	2.12	0.39	42.32
2	5.22	0.47	0.66	9.82	2.42	0.34	2.12	0.38	42.3
3	5.54	0.47	0.65	9.67	2.38	0.33	2.14	0.43	45.22
4	5.33	0.52	0.7	9.93	2.48	0.36	2.21	0.41	45.67

## Te de estiércol

BLOQUE	Ph 1:5	CE	Acides de ca	Ca	Mg	Na	K	N	P
1	5.17	0.46	0.42	9.22	2.4	0.23	1.32	0.27	31.22
2	5.2	0.45	0.5	9.21	2.39	0.21	1.63	0.29	31.53
3	5.81	0.49	0.46	9.39	2.44	0.24	1.35	0.29	31.33
4	5.62	0.52	0.54	9.45	2.46	0.24	1.66	0.33	31.62

## Purín

BLOQUE	pH 1:5	CE	Acides de ca	Ca	Mg	Na	K	N	P
1	5.12	0.49	0.61	9.64	2.48	0.36	2.53	0.49	43.1
2	5.22	0.48	0.75	9.63	2.5	0.38	2.56	0.52	43.22
3	5.92	0.52	0.73	9.7	2.56	0.42	2.62	0.55	43.88
4	5.98	0.58	0.81	9.79	2.62	0.48	2.67	0.59	43.92

## ANALISIS HIDROFISICOS DE SUELOS

### Testigo

BLOQUE	CC	PMP	Dr	Dap	P	Alm. De agua
1	10.06	6.3	2.63	1.3	50.57	3.76
2	11.79	7.79	2.68	1.23	54.1	4
3	11.26	7.98	2.67	1.22	54.3	3.28
4	11.69	7.67	2.69	1.23	54.27	4.02

### Biol

BLOQUE	CC	PMP	Dr	Dap	P	Alm. De agua
1	12.46	5.71	2.62	1.31	50	6.75
2	12.39	5.6	2.68	1.38	48.5	6.79
3	13.49	5.74	2.64	1.35	48.86	7.75
4	13.69	5.59	2.68	1.35	48.87	8.1

## Te de estiércol

BLOQUE	CC	PMP	Dr	Dap	P	Alm. De agua
1	13.85	6.85	2.65	1.34	49.43	7
2	13.41	6.21	2.62	1.41	46.18	7.2
3	13.57	6.51	2.66	1.37	48.49	7.06
4	13.21	6.05	2.67	1.31	50.93	7.16

## Purín

BLOQUE	CC	PMP	Dr	Dap	P	Alm. De agua
1	14.42	7.06	2.61	1.4	46.36	7.36
2	13.35	6.17	2.66	1.36	48.87	7.18
3	14.62	5.87	2.63	1.37	47.9	8.75
4	14.22	5.8	2.65	1.36	48.67	8.42

## Anexo 6. Análisis económico y costos de producción

Tabla 1

### COSTOS DE PRODUCCION DEL ROMERO CON TRES BIOABONOS PROVINCIA MANCO KAPAC TITICACHI ,2012

Rubros	Unidad	Cantidad	Valor unitario Bs	Costo total Bs
--------	--------	----------	-------------------	----------------

#### 1. Preparación del terreno

Roturado	jornal	1	53	53
Desterronado	jornal	1	53	53
Mullido	jornal	1	53	53
Nivelado	jornal	1	53	53
Limpieza	jornal	1	53	53

#### 2. Materiales

mochila aspersora	cant.	1	450	450
Galon	lts	3	60	180
fertilizacion (total)	galon	3	150	450
Adhesivo	lts	1	30	30

Estacas	cant.	20	3	60
Flexometro	cant.	1	30	30

### 3. Labores culturales (viajes)

1º viaje

Pasajes	jornal	2	43	86
Biaticos	días	3	28	84

2º viaje

Pasajes	jornal	2	43	86
Biaticos	días	3	28	84

3º viaje

Pasajes	jornal	2	43	86
Biaticos	días	3	28	84

4º viaje

Pasajes	jornal	2	43	86
Biaticos	días	3	28	84

5º viaje

Pasajes	jornal	2	43	86
Biaticos	días	3	28	84

6º viaje

Pasajes	jornal	2	43	86
Biaticos	días	3	28	84

Materiales de emergencia contra heladas

Jabon	cant.	1	5	5
5. Chancaca	cant.	1	15	15
Leche	cant.	1	5	5

6.

**Cosecha**

7.	Mano de obra	jornal	1	53	53
8.	<b>Selección</b>	jornal	1	53	53
9.	<b>Transporte de cosecha</b>	kg	56	20	20
	<b>Alquiler del terreno</b>	m <sup>2</sup>	0	0	0
	<b>Inversión en material extra</b>	cant.	50	1	50
	<b>Pre-inversión (Perfil)</b>	días	30	5	150
	<b>COSTO PARCIAL</b>				2126
	<b>COSTO TOTAL</b>				2326

**Tabla 2**

**BENEFICIOS EN PROMEDIO EN TITICACHI 2011**

Datos	T1	T2	T3	T4							Total
-------	----	----	----	----	--	--	--	--	--	--	-------

1. Beneficio por planta en promedio

Nº de ramas	5	6	7	8							26
Nº de planta por [T]	25	20	17	25							87
Nº de repeticiones [r]	3	3	3	3							



## **Anexo 7 Entrevista al Agricultor Esteban Jalja**

1. ¿Hace cuanto cultiva romero?

R.- 21 años

2. ¿Qué tipo de siembra utilizo?

R.- por esquejes

3. ¿Cada cuanto tiempo abona?

R.- 1 vez al año

4. ¿en qué meses?

R.- por agosto y septiembre

5. ¿Qué tipo de riego usa?

R.- por lluvia

6. ¿Qué variedad está sembrada de romero?

R.- No se sabe

7. ¿En qué mes se realiza el aporque?

R.- Por el mes de febrero

8. ¿Está de acuerdo en realizar preparados de abonos?

R.- Si

9. ¿Qué enfermedad ataca al romero?

R.- Solo se vuelve amarillo

10. ¿Utiliza abono liquido o solido?

R.- Solido

11. ¿Cuáles?

R.- Ovino y Bovino

12. ¿Cuánto de abono utiliza?

R.- 15 sacos

13. ¿En qué mes florece el romero?

R.- Agosto y septiembre

14. ¿Para usted que abono es el mejor?

R.- El bovino

15. ¿Cuánto de romero produce?

R.- 79 arobas

16. ¿Usted cree que si implementaría abonos líquidos haría alguna diferencia?

R.- no lo se

17. ¿Usted utiliza el romero como medicina?

R.- Solo algunas veces

18. ¿en qué tratamiento del cuerpo lo utiliza?

R.- Para la tos

**Anexo 8. Fotografías en toda la fase de experimentación**



