

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ALBAHACA  
(*Ocimum basilicum*) HASTA LA ETAPA COMERCIAL CON RELACION A  
LA BIOFERTILIZACION EN CARPA SOLAR**

**DAYAN LORENA TORREZ GARCIA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2014**

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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ALBAHACA**  
**(*Ocimum basilicum*) HASTA LA ETAPA COMERCIAL CON RELACION A**  
**LA BIOFERTILIZACION EN CARPA SOLAR**

Tesis de Grado presentada como requisito  
parcial para optar al Título de  
Ingeniero Agrónomo

Presentado por:

**DAYAN LORENA TORREZ GARCIA**

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. Rubén Trigo Riveros

-----

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Ing. M.Sc. Eduardo Chilón Camacho

-----

Ing. M.Sc. Celia Fernández Chávez

-----

Ing. M.Sc. Freddy Porco Chiri

-----

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador

-----

La Paz – Bolivia

2014

## DEDICATORIA

Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mí se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecida.

Gracias Papá y Mamá

## **AGRADEZCO:**

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por haberme aceptado ser parte de ella y por abrirme las puertas de su seno científico.

Al asesor Ing. M.Sc. Rubén Trigo Riveros por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento; así también por la paciencia para guiarme durante el desarrollo de la tesis.

Al tribunal revisor Ing. M.Sc. Eduardo Chilón Camacho, Ing. M.Sc. Celia Fernández Chávez y Ing. M.Sc. Freddy Porco Chiri; por la fuerza y el poder para transformar la vida de un estudiante compartiendo su sabiduría y su entrega en nuestro aprendizaje.

Al Ing. Juan Carlos Soria ex director de la Estación Experimental de Cota Cota y al Ing. Willams Murillo por impulsarme a ser cada día mejor compartiendo su conocimiento.

A mis papis Fernando Torrez y Gina García por el amor, confianza y apoyo incondicional a mi persona.

A mis hermanos por el apoyo y aliento ilimitado.

A mis amigos una gran fuente de ayuda: Miguel y Luis gracias por las sugerencias y apoyo en el trabajo de investigación.

Al alma que el dejo de guardia permanente, como una lucecita encendida, en mi casa, en mi cuerpo y mi vida.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) HASTA LA ETAPA COMERCIAL CON RELACION A LA BIOFERTILIZACION EN CARPA SOLAR**”, se realizo en la Estación Experimental de Cota Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la provincia Murillo del Departamento de La Paz.

Se plantea para el presente trabajo el siguiente objetivo: Evaluar el efecto de humus y té de humus de lombriz en el rendimiento de dos variedades de albahaca hasta la etapa comercial; sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, bajo un ambiente protegido. También se analizo la relación Beneficio/Costo de ambas variedades.

El diseño propuesto para evaluar dicha investigación fue Bloques completos al Azar, con dos factores, el Factor A = Variedades y el Factor B = Abonos orgánicos. La combinación de ambos factores fueron distribuidos al azar en 10 tratamientos y 3 repeticiones.

La aplicación de los abonos orgánicos se realizo al momento del transplante por única vez y por planta, las dosis que se utilizaron fueron: 65 g/planta en nivel medio de humus de lombriz, 130 g/planta en nivel alto de humus de lombriz, 7,5 cc/planta en nivel medio de té de humus, 15 cc/planta en nivel alto de té de humus.

La cosecha se efectuó a los 45 días; las variables de respuesta de la planta fueron: porcentaje de prendimiento, altura de la planta, largo y ancho de hojas, número de hojas, peso fresco, peso seco y rendimiento. En las propiedades físicas del suelo fueron: densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de

humedad volumétrica; en las propiedades químicas fue el contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio y para finalizar la evaluación económica preliminar.

Los abonos orgánicos beneficiaron aumentando la fertilidad del cultivo y la composición del suelo incrementando el contenido de macronutrientes en el área de estudio; con relación a las propiedades físicas pudimos observar que tuvo un avance de porosidad, densidad y humedad; demostrando la importancia que tuvo el implemento de humus y té de humus.

Con relación al Beneficio/Costo se analizo por variedad y tratamiento, dando resultados óptimos, mostrándonos buena rentabilidad.

# CONTENIDO

	<b>Página</b>
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	v
Lista de cuadros.....	xii
Lista de tablas.....	xiii
Lista de figuras.....	xvi
Anexo.....	xvi
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
2.3 Hipótesis.....	3
<b>3. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>4</b>
3.1 Importancia del consumo de hortalizas.....	4
3.2 Cultivo de la albahaca.....	5
3.2.1 Origen.....	5
3.2.2 Descripción botánica.....	5
3.2.3 Taxonomía de la albahaca.....	6
3.2.4 Valor nutritivo de la albahaca.....	7

3.3	Usos e importancia de la albahaca.....	7
3.3.1	Usos medicinales.....	7
3.3.2	Usos culinarios.....	7
3.3.3	Usos industriales.....	8
3.4	Requerimiento agroecológico de la albahaca.....	8
3.4.1	Clima.....	8
3.4.2	Precipitación.....	9
3.4.3	Suelo.....	9
3.5	Densidad de plantación.....	10
3.6	Agentes patógenos del cultivo.....	11
3.6.1	Plagas.....	11
3.6.2	Enfermedades.....	11
3.7	Importancia de los abonos orgánicos.....	11
3.7.1	Funciones de los nutrientes.....	13
3.7.1.1	Macronutrientes.....	13
3.7.1.2	Micronutrientes.....	13
3.7.2	Humus de lombriz.....	14
3.7.3	Té de humus de lombriz.....	15
3.8	Propiedades físicas del suelo.....	16
3.8.1	Densidad aparente y densidad real.....	16
3.8.2	Porosidad.....	17
3.8.3	Porcentaje de humedad del suelo.....	17
3.9	Costos de producción.....	17
	a) Ingreso bruto (IB).....	17

b) Ingreso neto (IN).....	18
c) Relación Beneficio/Costo (B/C).....	18
<b>4. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>19</b>
4.1 LOCALIZACIÓN.....	19
4.1.1 Ubicación geográfica.....	19
4.1.2 Clima.....	19
4.1.3 Fisiografía y características edáficas.....	19
4.1.4 Vegetación.....	20
4.1.5 Pecuaria.....	20
4.2 MATERIALES.....	21
4.2.1 Material vegetal.....	21
4.2.2 Abonos orgánicos.....	22
4.2.3 Herramientas.....	22
4.2.4 Material de gabinete.....	22
4.3 METODOS.....	23
4.3.1 Factores de estudio.....	23
4.3.2 Tratamientos.....	24
4.3.3 Diseño experimental.....	25
4.3.3.1 Modelo lineal.....	25
4.3.3.2 Dimensiones del área experimental.....	25
4.4 Manejo y labores culturales.....	26
4.4.1 Muestreo del Suelo.....	26
4.4.2 Calculo de dosis de los abonos orgánicos.....	26
4.4.3 Preparación del sustrato para almacigo.....	27

4.4.4	Siembra en almacigo.....	27
4.4.5	Preparación del terreno.....	27
4.4.6	Demarcación de las unidades experimentales.....	27
4.4.7	Abonamiento del campo experimental.....	28
4.4.8	Trasplante.....	28
4.4.9	Refallo.....	28
4.4.10	Riego.....	29
4.4.11	Aporque.....	29
4.4.12	Control de malezas.....	29
4.4.13	Control fitosanitario.....	29
4.4.14	Cosecha.....	30
4.4.15	Comercialización.....	30
4.5	Variable de respuesta.....	30
4.5.1	Temperatura de la carpa solar.....	30
4.5.2	Variables de respuesta del cultivo de albahaca.....	31
4.5.2.1	Porcentaje de prendimiento.....	31
4.5.2.2	Altura de planta de albahaca.....	31
4.5.2.3	Largo y ancho de hojas de albahaca.....	31
4.5.2.4	Número de hojas por planta de albahaca.....	31
4.5.2.5	Peso fresco de la planta de albahaca.....	31
4.5.2.6	Peso seco de la planta de albahaca.....	31
4.5.2.7	Rendimiento de la planta de albahaca.....	32
4.5.3	Variables de respuesta del suelo.....	32
4.5.3.1	Densidad aparente y densidad real.....	32

4.5.3.2	Porosidad.....	33
4.5.3.3	Porcentaje de almacenamiento de humedad.....	33
4.5.4	Análisis económico preliminar.....	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>34</b>
5.1	Comportamiento de la temperatura durante el crecimiento y desarrollo del Cultivo.....	34
5.2	Efecto de los tratamientos en la planta de albahaca.....	35
5.2.1	En el porcentaje de prendimiento.....	35
5.2.2	En la altura de la planta de albahaca.....	36
5.2.2.1	Altura de planta entre niveles de abonamiento.....	37
5.2.2.2	Interacción de variedades-niveles de abonamiento para altura de planta.....	38
5.2.3	En el largo de la hoja de albahaca.....	39
5.2.3.1	Largo de hoja entre variedades.....	40
5.2.3.2	Largo de hoja entre niveles de abonamiento.....	41
5.2.4	En el ancho de la hoja de albahaca.....	42
5.2.4.1	Ancho de hoja entre variedades de albahaca.....	43
5.2.4.2	Ancho de hoja entre niveles de abonamiento.....	44
5.2.5	En el número de hojas por planta de albahaca.....	45
5.2.5.1	Número de hojas por planta entre variedades.....	47
5.2.5.2	Número de hojas por planta entre niveles de abonamiento.....	46
5.2.5.3	Interacción de variedades-niveles de abonamiento para número de hojas por planta.....	48
5.2.6	En el peso fresco de la planta de albahaca.....	49
5.2.6.1	Peso fresco de la planta para variedades de albahaca.....	50

5.2.6.2	Peso fresco de la planta entre niveles de abonamiento.....	51
5.2.6.3	Interacción variedades-niveles de abonamiento para peso fresco de la planta.....	52
5.2.7	En el peso seco de la planta de albahaca.....	54
5.2.7.1	Peso seco de la planta para variedades de albahaca.....	55
5.2.7.2	Peso seco de la planta de albahaca entre niveles de abonamiento.....	56
5.2.8	En el rendimiento del cultivo de albahaca.....	57
5.2.8.1	Rendimiento entre variedades de albahaca.....	58
5.2.8.2	Rendimiento entre niveles de abonamiento.....	59
5.2.8.3	Interacción variedades-niveles de abonamiento para rendimiento.....	60
5.3	Efecto de los tratamientos en el suelo.....	61
5.3.1	Sobre las propiedades físicas del suelo.....	61
5.3.1.1	Densidad aparente (g/cc).....	62
5.3.1.2	Porosidad (%).....	63
5.3.1.3	Humedad volumétrica (%).....	64
5.3.2	Sobre las propiedades químicas del suelo.....	66
5.3.2.1	Capacidad de intercambio catiónico del suelo (meq/100g).....	66
5.3.2.2	Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio del suelo.....	67
	a) Nitrógeno (%).....	67
	b) Fosforo (ppm).....	69
	c) Potasio (meq/100 g).....	71
5.4	Análisis Beneficio/Costo (B/C).....	73

<b>6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>7 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Análisis de varianza para la altura de planta de albahaca.....	36
Cuadro 2. Análisis de varianza para el largo de hoja de albahaca.....	40
Cuadro 3. Análisis de varianza para el ancho de hoja de albahaca.....	42
Cuadro 4. Análisis de varianza para el número de hojas por planta de albahaca..	45
Cuadro 5. Análisis de varianza para el peso fresco de la planta de albahaca.....	50
Cuadro 6. Análisis de varianza para el peso seco de la planta de albahaca.....	54
Cuadro 7. Análisis de varianza para el rendimiento de la albahaca.....	57
Cuadro 8. Evaluación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad volumétrica de los tratamientos.....	62
Cuadro 9. Evaluación de la capacidad de intercambio catiónico y contenido de nitrógeno, fosforo y potasio de los tratamientos.....	66
Cuadro 10. Relación B/C para producción de albahaca con diferentes tratamientos.....	73

## LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Descripción de la vegetación de la Estación Experimental de Cota Cota.....	20
Tabla 2. Descripción pecuaria de la Estación Experimental de Cota Cota.....	20
Tabla 3. Descripción de malezas en la carpa solar.....	29

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Foto satelital del área de estudio de la Estación Experimental de Cota Cota.....	21
Figura 2. Variedad Italiana ( <i>Ocimum basilicum</i> var. <i>genovese</i> ).....	22
Figura 3. Variedad Boliviana ( <i>Ocimum basilicum</i> var. <i>vire flay</i> ).....	22
Figura 4. Comportamiento de la temperatura durante el crecimiento y desarrollo de albahaca.....	34
Figura 5. Promedios para altura de la planta por niveles de abonamiento.....	37
Figura 6. Interacción variedades–niveles de abonamiento para altura de la planta de albahaca.....	38
Figura 7. Promedios para largo de hoja de las variedades de albahaca.....	40
Figura 8. Promedio para el largo de hoja por niveles de abonamiento.....	41
Figura 9. Promedios para ancho de hoja de las variedades de albahaca.....	43
Figura 10. Promedios para ancho de hoja por niveles de abonamiento del cultivo de albahaca.....	44
Figura 11. Promedio del número de hojas por planta de las variedades de albahaca.....	46
Figura 12. Promedio del número de hojas por planta por niveles de fertilización del cultivo de albahaca.....	47
Figura 13. Interacción variedades–niveles de abonamiento para el número de hojas por planta de albahaca.....	48
Figura 14. Promedios del peso fresco de la planta por variedad de albahaca.....	50

Figura 15. Promedio del peso fresco de la planta de albahaca por nivel de fertilización.....	51
Figura 16. Interacción de variedades-niveles de abonamiento para el peso fresco de la planta de albahaca.....	53
Figura 17. Promedio del peso seco de la planta por variedades de albahaca.....	55
Figura 18. Promedio del peso seco de la planta de albahaca por niveles de abonamiento.....	56
Figura 19. Promedios del rendimiento (kg/ha) por variedades de albahaca.....	58
Figura 20. Promedios del rendimiento por niveles de abonamiento del cultivo de albahaca.....	59
Figura 21. Interacción variedades-niveles de abonamiento para rendimiento de albahaca.....	61
Figura 22. Comparación de la densidad aparente (g/cc) entre tratamientos.....	62
Figura 23. Comparación de la porosidad (%) entre tratamientos.....	64
Figura 24. Comparación de la humedad volumétrica (%) entre tratamientos.....	65
Figura 25. Comparación de la capacidad de intercambio catiónico entre tratamientos.....	67
Figura 26. Comparación del contenido de nitrógeno entre tratamientos.....	68
Figura 27. Comparación del contenido de fosforo entre tratamientos.....	70
Figura 28. Comparación del contenido de potasio entre tratamientos.....	72
Figura 29. Relación Beneficio/Costo de la producción de albahaca con diferentes tratamientos.....	74

## ANEXO

Cuadro 1. Composición nutritiva por cada 100 g de parte comestible de albahaca

Cuadro 2. Calculo de la dosis de humus de lombriz

Cuadro 3. Dosis de té de humus

Cuadro 4. Registro de temperaturas

Cuadro 5. Promedios de la variable altura de planta (cm)

Cuadro 6. Promedios de la variable largo de hoja (cm)

Cuadro 7. Promedios de la variable ancho de hoja (cm)

Cuadro 8. Promedios de la variable número de hojas

Cuadro 9. Promedios de la variable peso fresco (g)

Cuadro 10. Promedios de la variable peso seco (g)

Cuadro 11. Promedios de la variable rendimiento (kg/ha)

Cuadro 12. Prueba de Duncan para altura de planta entre niveles de abonamiento

Cuadro 13. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para altura de planta

Cuadro 14. Prueba de Duncan para largo de hojas entre variedades

Cuadro 15. Prueba de Duncan para largo de hojas entre niveles de abonamiento

Cuadro 16. Prueba de Duncan para ancho de hojas entre variedades

Cuadro 17. Prueba de Duncan para ancho de hojas entre niveles de abonamiento

Cuadro 18. Prueba de Duncan para número de hojas entre variedades

- Cuadro 19. Prueba de Duncan para número de hojas entre niveles de abonamiento
- Cuadro 20. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para número de hojas
- Cuadro 21. Prueba de Duncan para peso fresco entre variedades
- Cuadro 22. Prueba de Duncan para peso fresco entre niveles de abonamiento
- Cuadro 23. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para peso fresco
- Cuadro 24. Prueba de Duncan para peso seco entre variedades
- Cuadro 25. Prueba de Duncan para peso seco entre niveles de abonamiento
- Cuadro 26. Prueba de Duncan para el rendimiento entre variedades
- Cuadro 27. Prueba de Duncan para el rendimiento entre niveles de abonamiento
- Cuadro 28. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para el rendimiento
- Cuadro 29. Costos Variables para la producción de albahaca
- Cuadro 30. Costos Fijos para la producción de albahaca
- Cuadro 31. Presupuesto para la producción de albahaca (Bs/m<sup>2</sup>)
- Cuadro 32. Beneficio Neto (Bs) para la producción de albahaca
- Cuadro 33. Composición del humus de lombriz
- Cuadro 34. Composición del té humus de lombriz
- Cuadro 35. Fotografía del área total de campo experimental
- Cuadro 36. Fotografía de la instalación del riego por goteo
- Cuadro 37. Fotografía del termómetro instalado en la carpa solar

Cuadro 38. Análisis físico – químico del suelo inicial

Cuadro 39. Análisis físico – químico del suelo correspondiente al nivel medio de humus de lombriz

Cuadro 40. Análisis físico – químico del suelo correspondiente al nivel alto de humus de lombriz

Cuadro 41. Análisis físico – químico del suelo correspondiente al nivel medio de té de humus de lombriz

Cuadro 42. Análisis físico – químico del suelo correspondiente al nivel alto de té de humus de lombriz

Cuadro 43. Análisis físico – químico del suelo correspondiente al testigo

# 1 INTRODUCCION

Es en el siglo XX, con la llegada de la agricultura intensiva, se genera el problema del empobrecimiento de los suelos. Este fenómeno, se plantea inmediatamente después del descubrimiento de los fertilizantes minerales, en plena era de la agricultura química. Lo que los científicos han designado como la Revolución Verde de los últimos 80 años.

A partir del año 1988, aproximadamente, se han producido aumentos exagerados en los precios de los fertilizantes químicos por lo cual se busca estudiar otras alternativas que contribuyan a minimizar el uso de éstos, apareciendo entonces la propuesta de una “agricultura alternativa”, de la mano de una tendencia de ciertos consumidores dispuestos a pagar más por productos naturales, ecológicos u orgánicos. Tal es el caso del empleo del humus de lombriz cuya actividad empieza en la zona Andina y la razón de ello es simple, da muy buenos resultados en las explotaciones hortícolas.

El cultivo de hortalizas en nuestro medio es una práctica habitual, sin embargo esta agricultura es de sobrevivencia, por esto es necesario avanzar hacia una alta productividad y rentabilidad. Sin realización de lo expuesto, la horticultura difícilmente se convertirá en un campo de inversión, de producción eficiente y principalmente de un manejo ecológico.

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una especie hortícola de relevancia que tiene gran uso en la medicina, elaboración de jabones, etc. atribuyéndola propiedades digestivas, antisépticas y como repelente de insectos en diferentes cultivos, es la hortaliza más natural en la cocina. Así entonces tratemos de aprovechar esta riqueza vegetal que existe a nuestro alrededor y de posibilidades de implantar cultivos de especies útiles aprovechando su facilidad de crecimiento.

La albahaca es una de las hortalizas que se vende en estado fresco y seco. En Bolivia, las hortalizas son utilizadas en la alimentación diaria, debido a su bajo

costo y cualidades nutritivas; más propiamente en los valles templados y en el altiplano.

Para producir hortalizas de buena calidad, es necesario un buen manejo del cultivo, principalmente de las condiciones de fertilidad del suelo que proporcionan nutrientes a los cultivos, mas aun cuando este es agotado durante todo el año; por lo tanto para obtener buenas cosechas se requieren abonos orgánicos de duración considerable.

El problema alimentario en el país, se está agudizando habiéndose verificado casos de desnutrición crónica debido a que la alimentación está basada principalmente en carbohidratos siendo pobres en vitaminas y minerales, los cuales están presentes en las hortalizas de hoja que brindan grandes cantidades de nutrientes al consumidor.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Evaluar el rendimiento de dos variedades de albahaca hasta la etapa comercial con relación a la biofertilización en carpa solar.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto del humus de lombriz en el rendimiento de dos variedades de albahaca hasta la etapa comercial y sobre las propiedades del suelo.
- Evaluar el efecto del té de humus de lombriz en el rendimiento de dos variedades de albahaca hasta la etapa comercial y sobre las propiedades del suelo.
- Analizar la relación beneficio - costo hasta la etapa de rendimiento comercial de dos variedades de albahaca.

### **2.3 Hipótesis**

- No existen diferencias en el suelo y sobre el rendimiento hasta la etapa comercial en dos variedades de albahaca con la aplicación de humus de lombriz.
- No existen diferencias en el suelo y sobre el rendimiento hasta la etapa comercial en variedades de albahaca con la aplicación de té de humus de lombriz.

### 3 REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 Importancia del consumo de hortalizas

López (1994), menciona que esta hortaliza en el país no se cultiva racionalmente, tampoco se industrializa pese a la importancia comercial de sus aceites esenciales esta solamente en la dieta hogareña. Su difusión es limitada, solamente se cultiva en explotaciones hortenses como complemento, sin planificación previa, destinado a pequeñas extensiones de terreno; por eso la albahaca no está entre las principales hortalizas cultivables de la agricultura boliviana.

Cáseres (1993), explica que las hortalizas juegan por sus cualidades nutritivas, un papel trascendental en el equilibrio de nuestra dieta. Se recomiendan tomar como mínimo 400 g de hortalizas al día por eso es sinónimo de salud por varias razones:

- Por su alto contenido de agua. Facilitan la eliminación de toxinas de nuestro organismo y nos ayudan a mantenernos bien hidratados.
- Por su aporte de fibra, ayudan a regular la función de nuestro intestino y a evitar o corregir el estreñimiento. La fibra tiene un gran interés dietético porque además posee efectos beneficiosos tanto en la prevención como en el tratamiento de ciertas enfermedades: exceso de colesterol, diabetes, obesidad, cálculos en la vesícula biliar, hemorroides y venas varicosas, divertículos y cáncer de colon.

Sainz (1991), menciona que el consumo alimentario promedio de hortalizas es deficitario en la dieta de nuestro país, considerando crónico y afecta a sectores de la población más expuesta al riesgo constituido de mujeres y niños. Esta condición empeora si aquel grupo de riesgo está alejado de los centros de mayor desarrollo relativo.

## **3.2 Cultivo de la albahaca**

### **3.2.1 Origen**

Crespo (1989), indica que el probable lugar de origen en la India abarca una extensión de territorio muy amplia, que circunscribe al área comprendida entre las proximidades del Ecuador, hasta el centro de la región templada, clima ideal para el crecimiento y desarrollo de la especie.

Vega (2002), señala que la albahaca, es una planta originaria de India y fue introducida en Europa por los griegos y los romanos desde el siglo XVI.

Restrepo (2007), manifiesta que comúnmente se cree que la albahaca viene de Italia por su gran uso en la gastronomía, pero en realidad esta planta proviene del Oriente, fue cultivada por primera vez en la India hace 5.000 años, y aun es muy destacada. Se la llamaba hierba real o sagrada, con la que se consagraba a los dioses Vishnú y Krishna.

### **3.2.2 Descripción botánica**

Dimitri (1985) y Crespo (1989), sostienen que el género abarca una gran cantidad de sub-especies y variedades, ello se debe principalmente a que sus flores son hermafroditas y además a la abundancia de polinización cruzada.

Es una planta aromática anual, con flores de color blanco y en algunas variedades purpura-pálido.

- El cáliz es de forma ovoide y color verde acompañado por cinco sépalos, el superior redondeado de consistencia membranosa superpuesto a los adyacentes y los otros cuatro de menor espesor y más angostas.
- El labio superior de la corola se caracteriza por presentar cuatro hendiduras similares, entre los carpelos se notan glándulas grandes, es gamopétala de 8 a 10 milímetros de largo.

- Los estambres tienen filamentos blancos o según la variedad; el androceo tiene cuatro estambres didínamos colocados bajo el labio inferior de la corola y arqueado hacia ella.
- El ovario tetralobado y consta de dos carpelos soldados cada una de ellos con una división secundaria la cual cada cavidad es portadora de un ovulo.
- Los frutos secos indehiscentes y con pericarpio separado del tegumento de la semilla, son de forma ovoide y lisos sin pelos.
- Las hojas son opuestas, finamente aserradas, glabras, ovaladas y con peciolo pestañoso.
- El tallo es erguido y alcanza a medir entre 30 y 40 centímetros como promedio, tienen abundantes ramificaciones que crecen en la base y zona media.

### 3.2.3 Taxonomía de la albahaca

López (1998), realiza la clasificación taxonómica así:

- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Lamiales
- Familia: Lamiaceae
- Género: *Ocimum*
- Especie: *Basilicum*
- Nombre científico: *Ocimum basilicum*
- Nombre común : Albahaca

### **3.2.4 Valor nutritivo de la albahaca**

Muñoz (2002), señala que la albahaca tiene un aceite esencial de composición variable en dependencia al cultivar. Generalmente contiene estragol, linalol, lineol y otros como taninos, sales minerales, vitaminas como se presenta en el Cuadro 1 del Anexo.

### **3.3 Usos e importancia de la albahaca**

Es muy amplio el destino comercial de la albahaca y se puede emplear en:

#### **3.3.1 Usos medicinales**

Vander (sf), explica que la albahaca es considerada como estimulante, tónico, analgésico, alivia dolores de parto, calmante de picaduras de mosquitos y serpientes, contra el mal de altura; así mismo tiene la habilidad de reducir el nivel de azúcar en la sangre, por lo que también ayuda a reducir condiciones asociadas con la hipertensión; sirve también contra inflamaciones osteo-articulares, problemas infecciosos dérmicos, mejora la circulación sanguínea, reduce la capacidad de síntesis de colesterol, también se le atribuyen propiedades afrodisíacas.

#### **3.3.2 Usos culinarios**

Riaz (1987), por su parte indica que la albahaca frecuentemente es usada en la cocina mediterránea; se puede consumir fresca o seca para aderezar tanto en ensaladas, sopas de verduras, salsas para acompañar platos, las hojas son muy aromáticas y se usan como condimento en vinagres y platos de pasta con tomate.

La albahaca es buena no sólo con tomates sino también con pimientos morrones, berenjenas y calabacines; con pollo, huevos y bistecs (para los que se maja la albahaca con mantequilla ablandada y se unta con ella la carne). También sirve como ingrediente en infusiones, en bebidas energéticas, para prevenir la caída del cabello o para combatir la halitosis.

### **3.3.3 Usos industriales**

Por su parte Villarroel (1997), alude que con el aceite esencial se puede preparar una emulsión al 2% para fumigar cultivos con ácaros, pulgones.

Lopez (1998), menciona que la albahaca es rica en aceites esenciales que le brindan el aroma característico de la planta.

Según investigaciones, se sabe que el responsable del aroma de la albahaca es el aceite esencial que está compuesto de: eugenol, estragol, linalol, cineol, metil-eugenol, qué según a mayor o menor cantidad de uno de estos miembros se tiene una albahaca más o menos perfumada y con aromas particularmente exquisitos y se emplea en perfumería, elaboración de bebidas, jabonería.

## **3.4 Requerimiento agroecológico de la albahaca**

### **3.4.1 Clima**

Bravo (2010), expresa que los rendimientos abundantes, con hojas de aroma penetrante, delicado y considerable proporción de aceites esenciales, se alcanza en regiones de clima templado y templado-cálido, sin variaciones bruscas de temperatura. Los climas rigurosos, con heladas, vientos fuertes e inestabilidad climática son desfavorables para el crecimiento de la albahaca.

En gran parte de nuestras provincias se adapta bien, exceptuando las provincias patagónicas, donde las bajas temperaturas, los cambios climáticos bruscos y los fuertes vientos la hacen fracasar, en estas regiones únicamente desarrollan en micro-climas y en siembras tardías, cuando la temperatura dejó de ser rigurosa. Con clima cálido en verano y templado en invierno, se puede llegar a una buena productividad.

Bareño (2006), señala que el cultivo de albahaca requiere un clima cálido, templado-cálido, no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C. Se desarrolla en temperaturas entre 24 - 30°C durante el día y 16 - 20°C durante la noche,

combinados con una longitud del día de 16 horas, inducen una alta tasa de desarrollo. Temperaturas mayores causan estrés y pueden causar marchitamiento durante la parte más caliente del día.

### **3.4.2 Precipitación**

Crespo (1989), menciona, si el suelo y clima se encuentra en regiones de regadío, la posibilidad de éxito es mayor, el agua se puede ir regulando de acuerdo a la necesidad de la plantación, que si bien no es muy exigente, la tiene que tener disponible en el momento que le hace mas falta, como por ejemplo, cuando se termina de sembrar, durante la brotación, floración y trabajos culturales si se nota seca la tierra. El exceso de agua es contraproducente, desmejora la calidad y disminuye el aroma, la calidad de la esencia.

Vega (2002), indica que la precipitación debe ser amplia y regular durante el periodo de crecimiento y poca lluvia durante el periodo de cosecha.

### **3.4.3 Suelo**

Collura (1971), dice que el cultivo de albahaca necesita un terreno rico o de mediana fertilidad, franco o gumífero, permeable y fresco; los suelos pesados y arcillosos son inadecuados.

Caseres (1993), indica que son varios los suelos que se pueden elegir, pero las mejores plantaciones se logran en suelos sueltos, permeables, de buena o mala fertilidad.

Los suelos areno - humíferos y calcáreos - humíferos de buen drenaje y fácil labranza son considerados como los mejores; los suelos arcillosos, húmedos, sin normal absorción de agua resultan desfavorables, son de escaso rendimiento y baja calidad en la producción. Hay una gran cantidad de hectáreas disponibles con suelo apto y la fertilidad que requiere la albahaca, pero los suelos no crean las condiciones únicas de cultivo, hay que compatibilizarlo con el clima, son dos

constantes que se tienen que buscar, a un buen suelo lo tiene que acompañar un clima adecuado.

Cuenca (2003), dice que la albahaca se adapta a distintos tipos de suelos pero prefiere los suelos ricos en materia orgánica, de mediana fertilidad, ligeros, de texturas francas a arenoso – arcillosas, bien drenados y con un pH de 6.6 a 7. La textura de los suelos para el cultivo de la albahaca debe ser liviana, franca, franca-arenosa o franca - arcillosa, ya que en estas se presenta un mejor crecimiento y desarrollo del sistema radical; también deben ser bien drenados. En zonas con alta incidencia de arvenses se utilizan coberturas plásticas o mulch, para limitar la competencia de éstas con el cultivo.

### **3.5 Densidad de plantación**

Según Raymond (1989), la principal ventaja de las altas densidades de planta es probablemente la disminución del periodo total de floración y la mayor simultaneidad de la madurez de las flores, asimismo las altas densidades de plantas mejoran localización de la semilla debido a que son menos ramificados y por tanto, hay menor proporción de flores que con las densidades bajas de plantas.

Crespo (1989), menciona: cuando las plantitas en el almacigo alcanzaron sus 10 centímetros, se puede comenzar el trabajo de trasplante donde las líneas separadas entre sí por 50 a 60 cm, dejando una distancia entre plantas de 20 a 25 cm.

La densidad de siembra es dependiente sobre el uso final, el mismo recomienda 60 cm entre hileras de separado y 15 cm de espacio entre plantas en cada hilera. Las variaciones grandes en el crecimiento y la producción pueden ocurrir debido a las condiciones del clima, tipo de planta y las prácticas culturales (Simón, 1993).

## **3.6 Agentes patógenos del cultivo**

### **3.6.1 Plagas**

Muñoz (2012), explica que el cultivo de albahaca se puede ver afectado por diferentes insectos plaga, estos se presentan dependiendo de la época que se haya realizado la siembra y también del medio ambiente, así como también diferentes cambios climáticos y corrientes de aire, ya que los insectos son arrastrados por el viento. Los más frecuentes son: Trips (*Franquiniella occidentalis*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

### **3.6.2 Enfermedades**

Forero (2010), manifiesta que los principales agentes causales de enfermedades fungosas en las hojas y afectaciones vasculares en las plantas son: Cenicilla; Fusarium; Alternaria; Mildiu, Mancha de la hoja y Damping off.

Estas enfermedades son de suma importancia en el cultivo de albahaca ya que se presentan en los meses de calor o de neblinas muy fuertes (cambios bruscos de temperatura), por lo que se debe estar atento con el monitoreo, ya que una vez que la enfermedad este en la planta es difícil de erradicarla y se debe tomar en cuenta que lo que se vende son hojas, por lo cual el follaje debe ser sano y de un color verde oscuro para que el producto obtenga una mejor demanda.

## **3.7 Importancia de los abonos orgánicos**

Bollo (1999), alude que la agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos el suelo, conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos. Este movimiento está regido por cuatro principios básicos:

- El primero implica el maximizar los recursos que la gente posee y no busca sustituir insumos sino la reutilización.

- El segundo implica el buscar al máximo la independencia de los recursos externos, al utilizar lo que tiene a la mano y volviéndose productor de sus agro insumos.
- El tercero se enfoca al provocar el menor impacto posible dentro de la modificación que se haga al lugar y su entorno.
- El cuarto es no poner el riesgo la salud del productor ni del consumidor.

Sánchez (2003), señala que la aplicación de abonos orgánicos aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos).

Los ácidos húmicos son una sustancia negra con alto grado de humificación y estructura compleja que actúan principalmente sobre las propiedades físicas y químicas del suelo que presentan las siguientes características:

- Disgregan las arcillas en suelos muy pesados y con poca aireación.
- Aumenta la permeabilidad y porosidad del suelo.
- Gran retención de agua.
- Gran acción coloidal (retención de cationes), formando parte del CAH, esto hace que gran número de elementos bloqueados por el suelo, puedan ser liberados y puestos a disposición de las plantas.
- Máxima capacidad de intercambio catiónico.

Los ácidos fúlvicos son una sustancia amarillenta con menor grado de humificación y estructura más sencilla y presenta las siguientes características:

- Actúa principalmente sobre las propiedades biológicas del suelo.
- Baja capacidad de retención de agua.
- Menor capacidad de intercambio catiónico.
- Se obtienen a partir de cualquier tipo de materia orgánica oxidable.

### 3.7.1 Funciones de los nutrientes

**3.7.1.1 Macronutrientes.** Ulloa (2010), indica que los macronutrientes son elementos esenciales para el desarrollo vegetal y se requieren en grandes cantidades, y entre los más importantes tenemos:

- La cantidad de Nitrógeno en el suelo es muy baja en contraposición de lo que consumen los cultivos que es alta, esta favorece el crecimiento vegetativo, da el color verde a las hojas y produce succulencia; un exceso de este elemento retarda la maduración, debilita la planta, puede bajar la calidad del cultivo y puede provocar menor resistencia a enfermedades. El nitrógeno se encuentra en distintas formas en el suelo, aunque es absorbido por las plantas y microorganismos como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).
- Del Fosforo se necesita conocer dos aspectos básicos para entender su funcionamiento en el sistema suelo – planta: su dinámica en el suelo y la fisiología del cultivo. El fosforo luego del nitrógeno es el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos, interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular, contribuye a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente, mejora su resistencia a las bajas temperatura y contribuye a la resistencia de las plantas a enfermedades.
- En cuanto al Potasio, elemento esencial para todos los organismos vivos y tiene un rol importante en la activación enzimática, en la fotosíntesis, en la síntesis de proteínas y carbohidratos, en el balance de agua y favorece el crecimiento vegetativo, la fructificación, la maduración y la calidad de los frutos.

**3.7.1.2 Micronutrientes.** Loué (2000), indica que son los elementos requeridos en pequeñas cantidades por las plantas o animales, necesarios para que los organismos completen su ciclo vital.

- El Manganeseo existe en el suelo proviene de óxidos, carbonatos, silicatos y sulfatos.
- El Hierro se encuentra en el suelo en cantidad suficiente, formando distintos compuestos como ser óxidos e hidróxidos; sin embargo, la cantidad total no se correlaciona con la cantidad disponible para las plantas.
- El Zinc procede de diferentes minerales, principalmente silicatos, sulfuros, óxidos y carbonatos; la deficiencia en Zn se da en una amplia variedad de suelos como son los sueltos, los calcáreos, margosos y arenosos pobres en materia orgánica, aunque sobre todo en estos últimos.

### **3.7.2 Humus de lombriz**

Buxadé (1997), señala que el humus de lombriz, también denominado vermicompost es un producto que se caracteriza, en lo que a su composición inicial se refiere, por tres hechos, que consideramos fundamentales:

- a) Es un producto que se encuentra en una fase intermedia, entre la materia orgánica de la que precede y el mineral hacia el que evoluciona.
- b) Está constituida por complejos orgánicos estables de mineralización lenta.
- c) Depende lógicamente, de la cual haya sido la materia orgánica de partida.

El humus de lombriz es prácticamente inoloro (a veces, tiene un ligero olor a tierra mojada); su color oscila entre el negro y el marrón oscuro, con un tacto suave y sus principales propiedades son:

- a) Incrementa la capacidad de retención de agua de los suelos donde se aplica.
- b) Actúa de enmienda, cohesionando los suelos arenosos y soltando los suelos arcillosos.
- c) Dados las características de su pH muy cercano a 7, ejerce como substancia tampón.

- d) Facilita la aireación y además mejora la permeabilidad de la tierra.
- e) Enriquece los suelos; constituye agregados estables, habitualmente, carece de microorganismos patógenos y aporta flora bacteriana.

Sánchez (2003), menciona que el humus de lombriz es uno de los pocos abonos orgánicos y es el único con fibra bacteriana (60 a 40 millones de microorganismos por centímetro cúbico) capaz de enriquecer y regenerar la tierra; su aplicación baja hasta un 40% los costos de abonamiento y produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos. El humus contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino.

Benítez (2002), se refiere al humus de lombriz como una sustancia de gran peso molecular y de naturaleza muy compleja que resulta de los procesos biológicos de descomposición parcial de los residuos vegetales, animales, de ingestión y transformación por la lombriz de tierra; en su composición interviene multitud de proteínas, aminoácidos, lisinas, carbohidratos, ceras, resinas, etc. y también elementos minerales como azufre, fósforo, hierro, potasio, calcio, entre otros.

Las fracciones más importantes del humus son los ácidos fúlvicos y húmicos; éstos compuestos ejercen gran influencia en la génesis del suelo, así como en sus cualidades agronómicas.

### **3.7.3 Té de humus de lombriz**

Sánchez (2003), menciona que el uso de los abonos orgánicos líquidos es relativamente nuevo, sin embargo cada vez más los productores están sustituyendo los insumos químicos porque son más baratos y el mercado los prefiere. El Té de humus de lombriz es una preparación que convierte el humus sólido en un abono líquido, en el proceso de hacerse té, el humus suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas.

Enciso (2004), el té de humus es nada más que una difusión líquida de una rica composta, es un abono muy potente para la alimentación de cualquier tipo de plantas, árboles, hortalizas y jardines. Con el proceso de “extraer” los minerales y microorganismos que están en el humus de la composta se produce un líquido de manera 100% natural y orgánico. El té de humus se puede usar para cualquier tipo de agricultura, solo depende del volumen de la disolución que se prepara.

Las ventajas de usar abonos líquidos orgánicos como el té de humus, son que no se daña el medio ambiente y ayuda a sostener la explotación sostenible del ambiente; puede ser aplicado al suelo en concentraciones dependientes de la necesidad del cultivo. Este té se puede aplicar foliarmente donde estimula el crecimiento y se mejora la calidad de los productos; o al nivel edáfico donde favorece el desarrollo radicular (Cartagena, 2002).

### **3.8 Propiedades físicas del suelo**

Black (1975), alude que las propiedades físicas de los suelos, determinan la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

#### **3.8.1 Densidad aparente y densidad real**

Chilón (1986), manifiesta que la densidad aparente es la relación de la masa del suelo seco a la estufa (105°C) por unidad del volumen total del suelo, incluyendo el espacio poroso.

García (1975), la densidad real también denominada densidad de las partículas es la relación de la masa de suelo seco a la estufa (105°C) por la unidad de volumen de los sólidos del suelo.

La densidad de partículas tiene un valor promedio de 2,65 g/cc, para la mayoría de los suelos minerales.

### 3.8.2 Porosidad

Chilón (1986), es el espacio en el suelo que se encuentra ocupado por el aire o agua en porciones variables. Esta porosidad se divide en macroporos y microporos, la macroporosidad corresponde a los poros más grandes (mayores a  $8 \mu$ ) por donde circulan el agua y el aire. La microporosidad corresponde al volumen de los poros más finos (menores a  $8 \mu$ ) que permiten el almacenamiento de agua.

### 3.8.3 Porcentaje de humedad del suelo

Forsythe (2001), explica que el agua es uno de los constituyentes importantes del suelo, intervienen en el ciclo hidrológico que está integrado por diferentes componentes; el suelo es el principal aportante de agua para las plantas por su capacidad de almacenamiento y medio de aprovisionamiento a medida que los cultivos lo requieren.

## 3.9 Costos de producción

Los costos de producción son los gastos necesarios para generar un producto agrícola o pecuario que expresa la magnitud de los recursos materiales, laborales y monetarios necesarios para alcanzar un cierto volumen de producción con una determinada calidad. El costo de producción tiene dos características opuestas:

- La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo.
- La segunda es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminando los innecesarios; significa la eliminación de los costos indiscriminadamente.

Los índices de evaluación son:

- a) Ingreso bruto (IB).** Denominada también Valor Bruto de Producción (VBP), es el valor total de la producción expresada en unidades monetarias.

**b) Ingreso neto (IN).** También llamada Utilidad Neta, es la entrada que tiene la empresa descontando los costos totales o de producción.

**c) Relación Beneficio/Costo (B/C).** La relación Beneficio/Costo, se estima dividiendo en ingreso bruto entre el costo total.

Si esta relación es: Mayor a 1 ( $>$ ), entonces la actividad agrícola es apropiada y rentable, es decir, se tiene ganancias. Igual a 1 ( $= 1$ ), entonces los ingresos son iguales a los costos. Menor a 1 ( $<$ ), existe con certezas pérdidas en la actividad productiva.

Este índice nos indica la ganancia o pérdida por cada boliviano (Bs) invertido, es decir, es la cantidad de dinero que se percibirá de la producción por cada unidad invertida (Chambi, 2005).

## **4 MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 LOCALIZACIÓN**

#### **4.1.1 Ubicación geográfica**

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental de Cota Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, situada en el Sur de la ciudad de La Paz.

Geográficamente se ubica entre los paralelos 16°32'06'' de latitud Sur y 68°03'54'' de longitud Oeste de Greenwich.

La zona de Cota Cota, esta a una altitud de 3600 m.s.n.m., indicándonos que se encuentra en la cabecera de los valles de La Paz.

#### **4.1.2 Clima**

SENAMHI (2002), señala que la zona presenta un clima templado, la temperatura máxima alcanza hasta los 31°C, las mínimas hasta los -5°C y la temperatura media oscila entre 13,5°C, con una humedad relativa del 46%.

La precipitación promedio anual es de 467 mm, las lluvias se concentran en los meses de noviembre a marzo.

#### **4.1.3 Fisiografía y características edáficas**

Caracterizada por ser cabecera de valle con topografía accidentada, suelos aluviales por la sedimentación de material arrastrado por los ríos.

#### 4.1.4 Vegetación

La vegetación forestal y arbórea de la Estación Experimental de Cota Cota está constituida de la siguiente manera:

**Tabla 1. Descripción de la vegetación de la Estación Experimental de Cota Cota**

<b>Vegetación</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
<b>FORESTAL</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
<b>ARBUSTIVA</b>	<i>Retama sphaerocarpa</i>	Retama
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Ch'ilca

#### 4.1.5 Pecuaria

El manejo de granjas en la Estación Experimental de Cota Cota está constituido de la siguiente manera:

**Tabla 2. Descripción de manejo de granjas de la Estación Experimental de Cota Cota**

	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
<b>MANEJO DE GRANJAS</b>	<i>Lama glama</i>	Llama
	<i>Sus scrofa</i>	Cerdo
	<i>Gallus gallus</i>	Gallina
	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo



**Figura 1. Foto satelital del área de estudio de la Estación Experimental de Cota Cota. Fuente: Google Earth (2013).**

## **4.2 MATERIALES**

### **4.2.1 Material vegetal**

Se emplearon semillas de dos variedades de albahaca:

- **Variedad Italiana (*Ocimum basilicum* var. *genovese*)**, se caracteriza por sus hojas anchas, acucharadas de gran tamaño e hinchadas, con aroma u olor característico.



**Figura 2. Variedad Italiana (*Ocimum basilicum* var. *genovese*)**

- **Variedad Boliviana (*Ocimum basilicum* var. *vire flay*)**, se caracteriza por sus hojas pequeñas opuestas, ovaladas, finamente aserradas, de color verde con vellosidades por el envés.



**Figura 3. Variedad Boliviana (*Ocimum basilicum* var. *vire flay*)**

#### **4.2.2 Abonos orgánicos**

Se utilizaron los siguientes abonos orgánicos:

- Un quintal de humus de lombriz, obtenida de la Agrotécnia Sucre.
- Té de humus de lombriz, preparado en la Estación Experimental de Cota Cota con 25 kg humus/50 L de agua, es un proceso aeróbico donde el humus se deja remojando en agua envuelto en un yute (bolsa de lona).

#### **4.2.3 Herramientas**

- Balanza electrónica BSH 6000 con una precisión de medición de 0,1 g
- Flexómetro de 15 m; de triple graduación mm/cm/m
- Vernier metálico, pie de rey o calibrador vernier universal
- Cintas de goteo de 1 cm de diámetro y distancia entre goteros de 25 cm
- Termómetros electrónico de máxima y mínima; la escala tiene una división de 0,5°C y el alcance de la misma es de -32 a 50°C
- Cámara fotográfica provista del celular en uso
- Herramientas (picotas, palas, rastrillos, chontillas)

#### **4.2.4 Material de gabinete**

- Cuaderno de registro
- Calculadora
- Computadora

### **4.3 METODOS**

#### **4.3.1 Factores de estudio**

Se plantearon los factores de estudio, en base a los objetivos del trabajo:

**FACTOR (A) Variedades:**

$a_1$  = Variedad Italiana

$a_2$  = Variedad Boliviana

**FACTOR (B) Abonos orgánicos:**

$b_1$  = Nivel medio de humus de lombriz

$b_2$  = Nivel alto de humus de lombriz

$b_3$  = Nivel medio de té de humus

$b_4$  = Nivel alto de té de humus

$b_5$  = Testigo

**4.3.2 Tratamientos**

La combinación de ambos factores fueron distribuidos al azar en 10 tratamientos, de la siguiente manera:

$T_1 = a_1 \times b_1 \rightarrow$  Variedad Italiana – Nivel medio de humus de lombriz (65 g/planta)

$T_2 = a_1 \times b_2 \rightarrow$  Variedad Italiana - Nivel alto de humus de lombriz (130 g/planta)

$T_3 = a_1 \times b_3 \rightarrow$  Variedad Italiana – Nivel medio de té de humus (7,5 cc/planta)

$T_4 = a_1 \times b_4 \rightarrow$  Variedad Italiana - Nivel alto de té de humus (15 cc/planta)

$T_5 = a_2 \times b_1 \rightarrow$  Variedad Boliviana - Nivel medio de humus de lombriz (65 g/planta)

$T_6 = a_2 \times b_2 \rightarrow$  Variedad Boliviana - Nivel alto de humus de lombriz (130 g/planta)

$T_7 = a_2 \times b_3 \rightarrow$  Variedad Boliviana - Nivel medio de té de humus (7,5 cc/planta)

$T_8 = a_2 \times b_4 \rightarrow$  Variedad Boliviana - Nivel alto de té de humus (15 cc/planta)

$T_9 = a_1 \times b_5 \rightarrow$  Variedad Italiana sin abono orgánico

$T_{10} = a_2 \times b_5 \rightarrow$  Variedad Boliviana sin abono orgánico

### 4.3.3 Diseño experimental

El diseño que se implementó fue Bloques completamente al azar, con diez tratamientos, tres repeticiones y tres bloques.

**4.3.3.1 Modelo lineal.** Según Rodríguez (1991), el diseño que se uso fue de Bloques Completamente al Azar con 2 factores y el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor de la variable de respuesta evaluada en una unidad experimental del k - ésimo bloque que recibió el i - ésimo factor de A y el j-ésimo factor de B

$\mu$  = Media general

$\lambda_k$  = Efecto aleatorio del k-ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto fijo del i-ésimo factor de A

$\beta_j$  = Efecto fijo del j-ésimo factor de B

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto fijo de la interacción del i-ésimo factor de A con el j-ésimo factor de B

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio de residuales o error experimental

**4.3.3.2 Dimensiones del área experimental.** Tuvieron las siguientes características:

- Ancho de la unidad experimental 1 m
- Largo de la unidad experimental 1 m
- Distancia entre hileras 0,25 m
- Distancia entre plantas 0,20 m
- Área de la unidad experimental 1 m<sup>2</sup>

- Número de plantas/Unidad Experimental	16
- Área de cada bloque	10 m <sup>2</sup>
- Área total del campo experimental	30 m <sup>2</sup>
- Número de unidades experimentales/bloque	10 unidades
- Número total de unidades experimentales	30 unidades
- Número total de bloques	3 unidades
- Numero de tratamientos	10

#### **4.4 Manejo y labores culturales**

##### **4.4.1 Muestreo del suelo**

El método para la obtención de la muestra fue de Zig Zag donde se tomo 20 sub-muestras del área de estudio; para luego mezclarlas, de esa mezcla se obtuvo 2 kg, la que se embolso y etiqueto, la misma fue llevada al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear - *IBTEN*, para el análisis físico-químico correspondiente.

##### **4.4.2 Calculo de dosis de los abonos orgánicos**

El cálculo de la dosis de los fertilizantes se llevo a cabo cuando las muestras de suelo nos indicaron un análisis bromatológico completo. Según la demanda de nutrientes del cultivo, la oferta del suelo y la oferta del humus de lombriz nos dieron los siguientes resultados:

- 65 g/planta en nivel medio de humus de lombriz
- 130 g/planta en nivel alto de humus de lombriz
- 7,5 cc/planta en nivel medio de té de humus
- 15 cc/planta en nivel alto de té de humus

#### **4.4.3 Preparación del sustrato para almacigo**

El suelo del almacigo se preparo con una mezcla de: 10 kg de arena fina, 15 kg de tierra del lugar, 10 kg de tierra negra; se obtuvo un sustrato franco arcilloso donde se aseguro y fortaleció la germinación de las semillas (López, 1994).

#### **4.4.4 Siembra en almacigo**

Se coloco el sustrato preparado en el almacigo que es el sistema que mayor posibilidad de éxito aporta al cultivo, posteriormente se realizo las pequeños líneas con un lápiz, en ella se deposito las semillas de las dos variedades por separado, posteriormente se tapo con una capa de tierra fina con la ayuda de un tamiz; para finalizar se cubrió con una capa delgada de paja ayudando a regar y no dejando que se escurra las semillas, creando semi - sombra para mantener la humedad y temperatura del sustrato.

#### **4.4.5 Preparación del terreno**

Con antelación al comienzo del cultivo, se inició la preparación del área de trabajo, esta labor comenzó con un arado profundo de 30 cm y su correspondiente pasada de rastra, posteriormente se hizo otra arada y rastra hasta dejar el suelo bien mullido, sin malezas ni terrones; se finalizo la preparación con la nivelación del área experimental y finalmente se inundo tres días previos al trasplante para alcanzar la capacidad de campo.

#### **4.4.6 Demarcación de las unidades experimentales**

Los bloques fueron divididos con maderas planas de 20 cm de alto, 3 cm de ancho y 100 cm de largo, los tratamientos con maderas planas delgadas de 10 cm de alto, 3 cm de ancho y 100 cm de largo, obteniéndose de esta manera las unidades experimentales para finalizar se demarco con letreros para su identificación.

#### **4.4.7 Abonamiento del campo experimental**

Con el análisis del suelo se determinó que se debió compensar las faltas nutricionales en su composición, por lo tanto se abonó con humus y té de humus de lombriz.

- La aplicación de humus de lombriz se realizó en el momento del trasplante por única vez y por planta, de acuerdo al tratamiento requerido; 65 g/planta en nivel medio y 130 g/planta en nivel alto de humus de lombriz.
- El té de humus de lombriz se aplicó al suelo (nivel edáfico), con jeringa de 20 cc por única vez y por planta, de acuerdo al tratamiento requerido; 7,5 cc/planta en nivel medio y 15 cc/planta en nivel alto de té de humus de lombriz.

#### **4.4.8 Trasplante**

El trasplante se realizó cuando las plántulas presentaron tres a cinco hojas verdaderas y una altura de 10 a 15 cm en el almacigo, horas previas se realizó un riego abundante al almacigo para facilitar la labor, posteriormente se extrajeron las plántulas de albahaca cuidadosamente de tal manera que conservó el pan de tierra sin daño al sistema radicular.

Seguidamente con una pala de mano se abrió los hoyos a una profundidad de 10 cm en cada hilera; la densidad de siembra fue 20 cm entre plantas y 25 cm entre hileras, por cada unidad experimental se tuvo 16 plántulas, por el área experimental 480 plantas totales; de las cuales 240 plantas de la variedad Italiana y 240 plantas de la variedad Boliviana.

#### **4.4.9 Refallo**

Las plántulas reaccionaron muy bien, obteniendo un porcentaje de prendimiento del 100%, si no hubiera sido el caso entonces el refallo de las que no prendieron se tendría que haber efectuado a los tres días.

#### 4.4.10 Riego

El riego que se uso fue por goteo, se instalo en cada hilera cintas de agua teniendo una distancia entre goteros de 20 cm.

#### 4.4.11 Aporque

Se hicieron semanalmente durante el ciclo del cultivo con pequeñas chontillas, especialmente entre surcos amontonando tierra alrededor de los tallos, profundizando los surcos para un mejor manejo del riego con las cintas de agua.

#### 4.4.12 Control de malezas

La eliminación de malezas permite mantener el cultivo en estado de crecimiento normal, se realizo manualmente juntamente con el aporque con ayuda de las chontillas semanalmente, las hierbas que crecieron se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Descripción de malezas en la carpa solar.**

Nombre Común	Familia	Nombre Científico
Trébol blanco	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>
Kikuyo	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Diente de León	Compositae	<i>Taraxacum officinale</i>

#### 4.4.13 Control fitosanitario

No se realizo ningún control fitosanitario, el mantenimiento del cultivo incluye todas las actividades que debe realizar el productor para evitar los patógenos del cultivo como ser manejo del agua (riego), mantener a capacidad de campo, limpieza con las herramientas que se usaron en otro cultivo puesto que pueden estar contaminados y tienden a contagiar con mucha facilidad.

#### **4.4.14 Cosecha**

Todos los pasos previos hasta llegar a la comercialización de la producción, se deben realizar en el momento preciso, la cosecha fue a los 45 días desde el trasplante donde se obtuvo una altura de planta de 35 a 40 cm. El estudio o toma de datos empezó el 30 de diciembre del 2011 hasta el 13 de febrero de 2012.

Con chontillas se removió el suelo y se fueron sacando cada plántula con cuidado para luego pesarlas en una balanza de precisión y colocadas en canastas.

#### **4.4.15 Comercialización**

Inminentemente a la cosecha se fueron desojando las dos variedades, se preparo cantidades de 50 g en bolsas de celofán. Luego se empaco para transportarlos al mercado.

La comercialización de hojas de albahaca fresca se realiza a través de intermediarios quienes se concentran en tiendas, ferias o secciones de frutas y verduras, en muchos casos se presenta envasada al vacío en envases de plástico para mejorar su conservación. Cada bolsita de 50 g se vendió a 3,5 Bs en los mercados y 4 Bs en los supermercados.

### **4.5 Variable de respuesta**

#### **4.5.1 Temperatura de la carpa solar**

Los datos de temperatura se obtuvieron de la misma carpa donde se instalo un termómetro.

Esta se midió diariamente a las 10:00 am y 18:00 pm., donde se hizo una comparación entre la temperatura mínima y máxima, puesto que es un factor muy importante para el comportamiento fisiológico de la planta.

## **4.5.2 Variables de respuesta del cultivo de albahaca**

**4.5.2.1 Porcentaje de prendimiento.** Esta variable se observó dos días después de haber trasplantado las plántulas de albahaca, las mismas que tuvieron un 100% de prendimiento, no se tuvo que acudir al refallo.

**4.5.2.2 Altura de planta de albahaca.** Se midió seis muestras al azar en la parte central de las unidades experimentales de cada tratamiento, se efectuó la evaluación cada 7 días, la medición correspondió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja.

**4.5.2.3 Largo y ancho de hojas de albahaca.** Se midió el largo de las hojas de la parte media de la altura de la planta con la ayuda de una regla milimetrada; de la misma manera se procedió a medir el ancho de las hojas

**4.5.2.4 Número de hojas por planta de albahaca.** El conteo de las hojas de las plantas se tomó semanalmente desde el cuello de la misma hasta el ápice.

**4.5.2.5 Peso fresco de la planta de albahaca.** Se obtuvieron las seis muestras y se pesó en una balanza electrónica, desde el cuello hasta el ápice de la hoja para tener el peso en fresco de la planta.

**4.5.2.6 Peso seco de la planta de albahaca.** Se llevaron las muestras a un horno para deshidratarlas y luego se las pesó en una balanza electrónica.

**4.5.2.7 Rendimiento de la planta de albahaca.** Se peso las plantas en fresco de las unidades experimentales y posteriormente se hizo la conversión a kg/ha.

### **4.5.3 Variables de respuesta del suelo**

Estas variables se obtuvieron al finalizar la evaluación en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Agronomía.

**4.5.3.1 Densidad aparente y densidad real.** Chilón (1986), la determinación de la densidad aparente se basa en la medición de la masa del suelo seco a la estufa sobre el volumen total del suelo contenida en la probeta:

$$Dap = Ms / Vt$$

Donde:  $Dap$  = Densidad aparente

$Ms$  = Masa de sólidos o del suelo seco a la estufa (g)

$Vt$  = Volumen total del suelo (cc)

$$Dr = Ms / Vs$$

Donde:  $Dr$  = Densidad real

$Ms$  = Masa de sólidos o del suelo seco a la estufa (g)

$Vs$  = Volumen de sólidos (cc)

La densidad de partículas tiene un valor promedio de 2,65 g/cc, para la mayoría de los suelos minerales.

**4.5.3.2 Porosidad.** Chilón (1986), el porcentaje de porosidad se determina de la siguiente forma:

$$\% P = (1 - Dap/ Dr) \times 100$$

Donde:                    %P = Porcentaje de porosidad

                              Dap = Densidad aparente (g/cc)

                              Dr = Densidad real (g/cc)

**4.5.3.3 Porcentaje de almacenamiento de humedad.** Chilón (1986), para determinar la humedad volumétrica o lámina de agua se determina antes el porcentaje de la humedad gravimétrica de la siguiente forma:

$$\% Hg = Pm - Pse/Pse \times 100$$

Donde:                    % Hg = Porcentaje de humedad gravimétrica

                              Pm = Peso mojado de la muestra (g)

                              Pse = Peso secado de la estufa (g)

Y finalmente se determina el porcentaje de humedad volumétrica:

$$\% Hv = \% Hg \times Dap$$

Donde:                    % Hv = Porcentaje de humedad volumétrica

                              % Hg = Porcentaje de humedad gravimétrica

                              Dap = Densidad aparente (g/cc)

#### **4.5.4 Análisis económico preliminar**

El análisis económico preliminar se determino calculando la suma de los Costos Directos e Indirectos para tener un presupuesto parcial y así determinar el Ingreso Bruto (IB), Ingreso Neto (IN) y finalmente el Beneficio/ Costo (B/C).

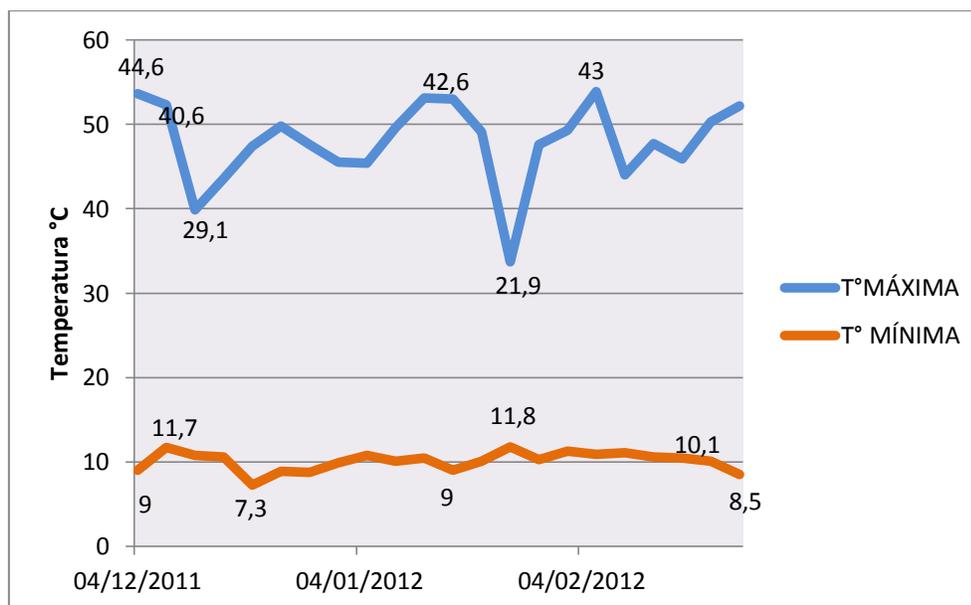
## 5 RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio del rendimiento de dos variedades de albahaca (*Ocimum basilicum*) hasta la etapa comercial con relación a la biofertilización, se evaluado tomando en cuenta los componentes del desarrollo y crecimiento de la planta de albahaca así como las propiedades físicas y químicas del suelo.

A continuación se presentan los resultados del trabajo de investigación.

### 5.1 Comportamiento de la temperatura durante el crecimiento y desarrollo del cultivo

El análisis y evaluación del comportamiento de la temperatura se realizo en base a la toma de datos respectivos de temperaturas máximas y mínimas, observándose que los rangos cubrieron las necesidades de temperatura de la albahaca.



**Figura 4. Comportamiento de la temperatura durante el crecimiento y desarrollo de albahaca.**

Como se observa en la Figura 4, existe una diferencia notoria en la temperatura máxima en comparación a la temperatura mínima, la temperatura máxima se presento en el mes de diciembre con 44,6°C y la temperatura mínima de 7,3°C ocurrió en el mismo mes de diciembre y según este comportamiento térmico se podría decir que tiene mucha variación entre temperaturas máximas y mínimas.

Como explica Crespo (1989), los rendimientos abundantes se alcanza en regiones de clima templado sin variaciones bruscas de temperatura; con temperatura cálida se puede llegar a una buena productividad.

Al respecto Paunero (2001), señala que la albahaca necesita climas muy calientes con temperaturas de aproximadamente 30°C, luz completa y afirma que es perceptiva al frío.

Torrez (1984), nos dice que la planta es dañada cuando atraviesa un periodo más o menos largo con una temperatura de 4°C y disminuye considerablemente su absorción de agua del suelo y sigue transpirando, por lo que puede llegar a morir por deshidratación.

## **5.2 Efecto de los tratamientos en la planta de albahaca**

### **5.2.1 En el porcentaje de prendimiento**

El porcentaje de prendimiento en los diez tratamientos y tres bloques fue el 100% expuesto por el medio ambiente que es importante para el buen comportamiento fisiológico del cultivo, explicado por la intensidad de temperatura, humedad adecuada por la estructura y porosidad que fueron factores determinantes en la uniformidad del prendimiento del cultivo.

Al respecto Maroto (1995), señala que el medio edáfico debe ofrecer buenas condiciones de humedad a capacidad de campo y buena estructura del suelo para que las plántulas al momento del trasplante se fortifiquen y tengan un prendimiento altamente bueno.

### 5.2.2 En la altura de la planta de albahaca

El análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 1 para la altura de la planta, demuestra que existe una significancia en niveles de abonamiento, interacción variedad – niveles de abonamiento y significancia entre bloques que se debe a la diferencias de temperatura y vientos dentro de la carpa lo cual afecto significativamente a la altura del cultivo puesto que en el área de estudio se tenía la puerta muy cerca del bloque 3 y las ventanas cerca del bloque 1.

También se observó que no existen diferencias estadísticas entre variedades, el coeficiente de variación fue de 7,65%, lo cual se encuentra dentro de los rangos aceptables lo que indica que los datos obtenidos son confiables.

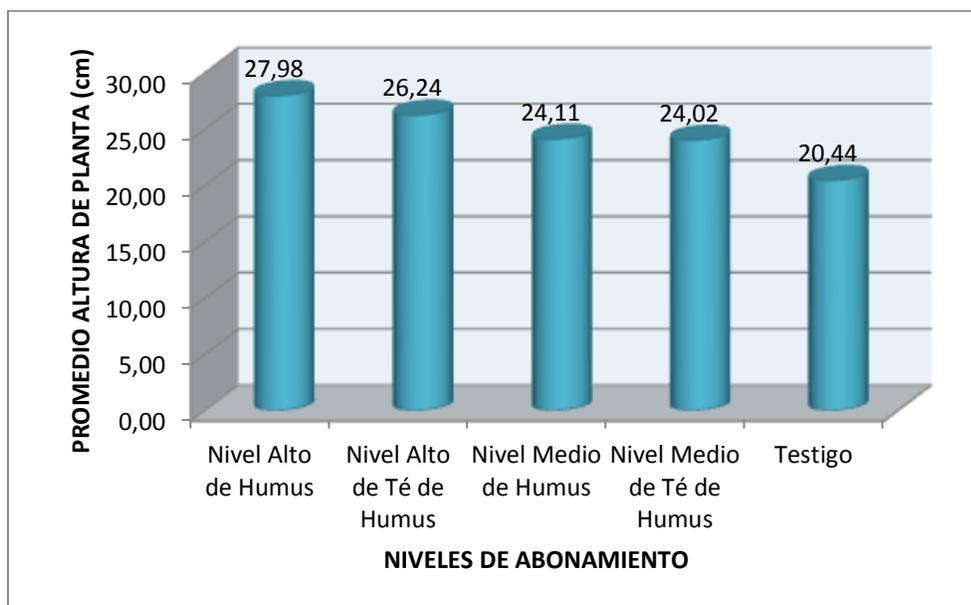
Esta falta de significancia entre variedades se puede atribuir probablemente a las características genéticas de cada variedad, al tipo de suelo, factor ambiental, nutrición y mayor volumen de sustrato en el aporque que toma la raíz de la planta, por lo tanto el proceso de vegetación de las plantas desarrollaron su sistema radicular y continuamente asimilaban nuevas partes del suelo para absorber los nutrientes y agua (Casseres, 1999, citado por Suquilanda, 1996).

**Cuadro 1. Análisis de varianza para la altura de planta de albahaca.**

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
<b>Bloque</b>	2	51.251	25.625	7.24	0.0049 *
<b>Variedad</b>	1	0.598	0.598	0.17	0.6858 NS
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	191.907	47.976	13.56	<.0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	58.047	14.511	4.10	0.0155 *
<b>Error</b>	18	63.679	3.537		
<b>Total</b>	29	365.484			

Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
C V = 7,65%

**5.2.2.1 Altura de planta entre niveles de abonamiento.** En la Figura 5 y el Cuadro 12 del Anexo, se presenta la comparación de promedio en centímetros para la altura de la planta entre niveles de abonamiento y su testigo, donde el nivel alto de humus obtuvo el mayor promedio con 27,98 cm, seguida por el nivel alto de té de humus con 26,24 cm, en tercer lugar se encuentra el nivel medio de humus con 24,11 cm, el nivel medio de té humus se encuentra en cuarto lugar con 24,02 cm y finalmente el testigo con 20,44 cm de altura de planta.



**Figura 5. Promedios para altura de la planta por niveles de abonamiento**

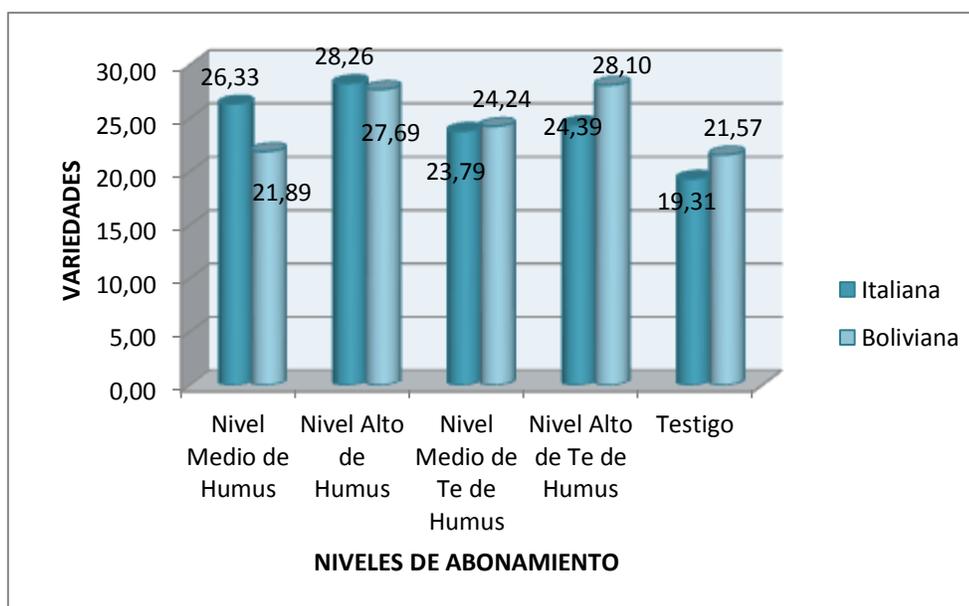
Aun cuando se utilizó de manera diferente los abonos y también los niveles de los mismos en el experimento, los resultados de la altura de plantas fueron diferentes, estableciéndose que la planta de albahaca responde de manera diferenciada.

Se evidenció que la clave para mantener la fertilidad del suelo es la eficiencia de los nutrientes contenidos en los abonos orgánicos aplicados al suelo y la planta, donde permite mejorar la fertilidad del suelo que influye sobre la calidad de las plantas proporcionando una mejor calidad como en su altura, número de hojas y

lo más importante rendimiento; al mismo tiempo sobre la estructura del suelo evitando la contaminación de la capa arable del suelo, (Altieri, 1983).

En general se puede indicar que el humus de lombriz es muy útil para ser utilizada por el valor biológico y elevado contenido de nutrientes que hace que resalte el rendimiento del cultivo (Buxade 1997).

**5.2.2.2 Interacción de variedades - niveles de abonamiento para altura de planta.** El análisis de interacción para altura de planta entre variedades - niveles de abonamiento se puede apreciar en la Figura 6 y Cuadro 13 del Anexo, donde los efectos de la altura de planta están influidos por la variedad y niveles de los abonos orgánicos.



**Figura 6. Interacción variedades – niveles de abonamiento para altura de la planta de albahaca**

En la interacción la mayor altura de planta es el nivel alto de humus con 28,26 cm para la variedad Italiana y 27,69 cm para la variedad Boliviana, continua el nivel

alto de té de humus con 28,10 cm en la variedad Boliviana y 24,39 cm para la variedad Italiana; la interacción nivel medio de humus también interactuó positivamente donde se obtuvo 26,39 cm para la variedad Italiana y 21,89 cm para la variedad Boliviana, respecto al nivel medio de té de humus que fue la penúltima interacción mostrando unos resultados para la variedad Italiana de 23,79 cm y 24,24 cm en Boliviana.

Para finalizar los tratamientos testigos obtuvieron las alturas más bajas puesto a la falta de interacción con niveles de abonamiento, donde solo se mostró las características de cada variedad dando un promedio de 19,31 cm en Italiana y 21,57 cm para la variedad Boliviana.

Es indudable que la investigación agrícola enfrenta en este momento uno de los mayores desafíos, la necesidad de incrementar la producción de los alimentos, para satisfacer las demandas de una población creciente, lo cual obliga a usar abonos orgánicos como por ejemplo el té de humus, y estos abonos orgánicos ayudan a un incremento de producción y rendimiento por hectárea con un mínimo impacto ambiental, donde la explotación de suelos son altos, requiriendo por consiguiente suelos fértiles donde cumpla con las necesidades de los cultivos, (Darwich, 1998).

### **5.2.3 En el largo de la hoja de albahaca**

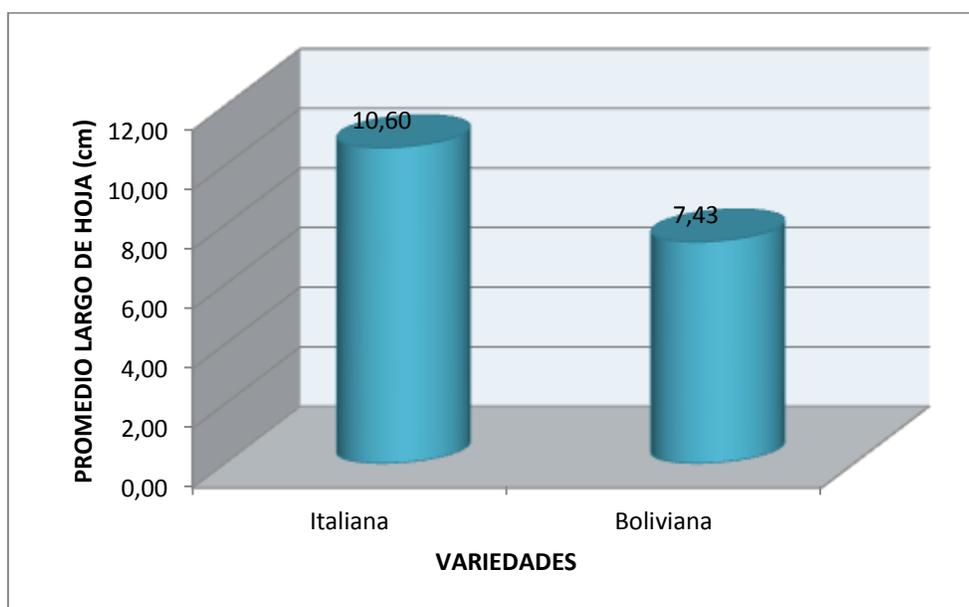
En el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 2, se observa que la variedad FACTOR A presenta diferencias estadísticas altamente significativas al igual que el FACTOR B niveles de abonamiento y la interacción variedad-niveles de abonamiento FACTOR A x B no presentaron diferencias por lo tanto el comportamiento de ambos es similar. El coeficiente de variación fue de 7,56% demostrando confiabilidad puesto que está dentro del rango aceptable.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para el largo de hoja de albahaca**

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
<b>Bloque</b>	2	0.999	0.499	1.08	0.3621 NS
<b>Variedad</b>	1	74.942	74.942	161.34	<.0001 **
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	53.109	13.277	28.58	<.0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	4.369	1.092	2.35	0.0930 NS
<b>Error</b>	18	8.360	0.464		
<b>Total</b>	29	141.780			

Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
C V = 7,56%

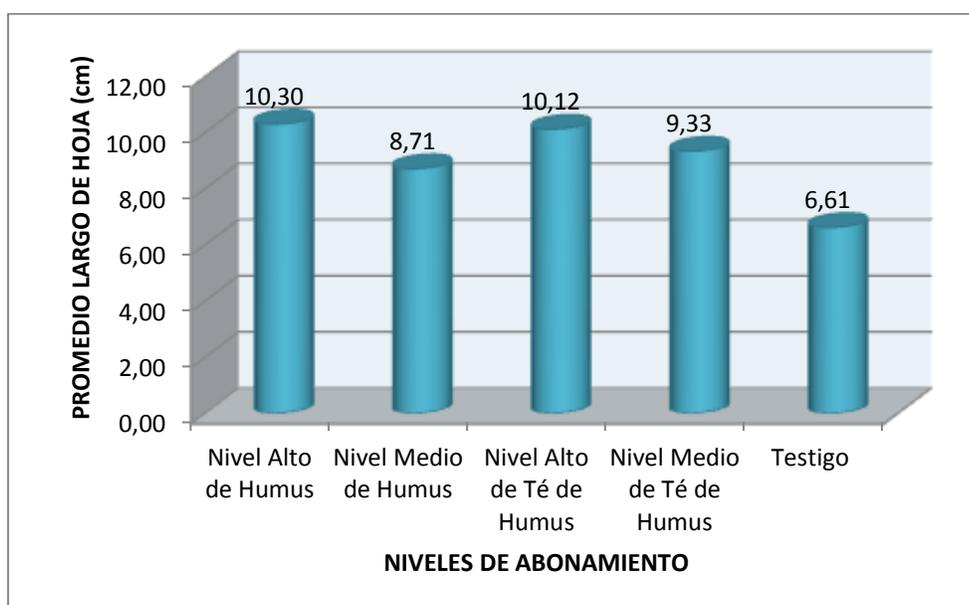
**5.2.3.1 Largo de hoja entre variedades.** En la Figura 7 del Cuadro 14 del Anexo, podemos observar que el resultado de largo de hoja varían entre variedades, así a través de la prueba de rango de Duncan a un nivel de significancia del 5% podemos evidenciar que la variedad Italiana obtuvo el mayor promedio con 10,60 cm de largo, en comparación a la variedad Boliviana que presento 7,43 cm demostrándose de esta manera que las variedades se comportan de diferente manera.



**Figura 7. Promedios para largo de hoja de las variedades de albahaca**

Kramer (1974), alude que la estructura de la hoja esta modificada en forma significativa por el ámbito en el que se desarrollan, por otra parte señala que la superficie total de la hoja y la ordenanza de orientación de las hojas en las plantas tienen efectos significativos sobre la pérdida de agua de plantas y hojas individuales. La orientación de la hoja puede afectar al coeficiente de transpiración, porque las hojas que forman ángulos rectos con los rayos de sol están más calientes que las paralelas a la radiación incidente.

**5.2.3.2 Largo de hoja entre niveles de abonamiento.** La prueba de Duncan al 5% de probabilidad presentado en la Figura 8, Cuadro 15 del Anexo para largo de hoja por niveles de abonamiento, indican diferencias entre los abonos y con distinción de niveles; los tratamientos con humus de lombriz obtuvieron una media de 10,30 cm para el nivel alto y 8,71 cm para el nivel medio; los tratamientos de té humus dando como resultado para el nivel alto 10,12 cm y 9,33 para el nivel medio; y con pocos centímetros de largo de hoja presentando un menor promedio con 6,61 cm fue el tratamiento testigo.



**Figura 8. Promedio para el largo de hoja por niveles de abonamiento**

Chilón (1997), señala que el suministro de nitrógeno tiende a aumentar el crecimiento de la parte aérea de la planta, de igual manera el fosforo permite mejorara la absorción por la planta y el uso de la dosis optima de abonos nitrogenados.

Ledesma (1990), señala que el nitrógeno es sumamente importante para el desarrollo en longitud de la planta, por lo tanto existe mayor vigor vegetativo y aumentando la velocidad de crecimiento.

Para la FAO (2002), la aportación de elementos nutritivos en los cultivos permiten un buen crecimiento que darán buenos rendimientos y el aprovechamiento eficaz de los nutrientes puede duplicar el rendimiento.

#### 5.2.4 En el ancho de la hoja de albahaca

En el Cuadro 3 se presenta el análisis de varianza para el ancho de hojas del cultivo de Albahaca.

**Cuadro 3. Análisis de varianza para el ancho de hoja de albahaca**

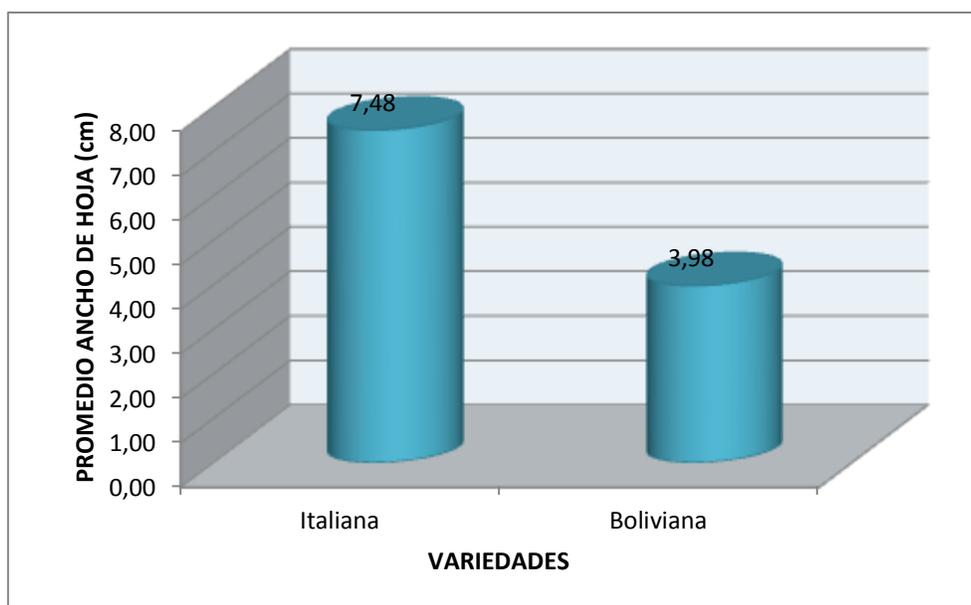
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-val</b>	<b>Prob.</b>
<b>Bloque</b>	2	2.036	1.018	4.11	0.0339 *
<b>Variedad</b>	1	91.994	91.994	371.37	<.0001 **
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	16.284	4.0711	16.43	<.0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	1.822	0.455	1.84	0.1654 NS
<b>Error</b>	18	4.458	0.247		
<b>Total</b>	29	116.596			

Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
C V = 8,69%

Podemos observar con respecto a la fuente de variación Bloque presentó significancia, la variedad FACTOR A y niveles de abonamiento FACTOR B presentaron diferencias altamente significativas y por ultimo interacción variedad - niveles de abonamiento FACTOR A x B no presentó significancia por lo que no

tiene efecto en el ancho de la hoja de esta hortaliza; teniendo un coeficiente de variación de 8,69% lo cual muestra confiabilidad en los datos obtenidos y su respectivo análisis.

**5.2.4.1 Ancho de hoja entre variedades de albahaca.** La Figura 9 y Cuadro 16 del Anexo, de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5% para la variable agronómica ancho de hoja, se puede observar que la variedad Italiana tiene una media de 7,48 cm y 3,98 cm para la variedad Boliviana.



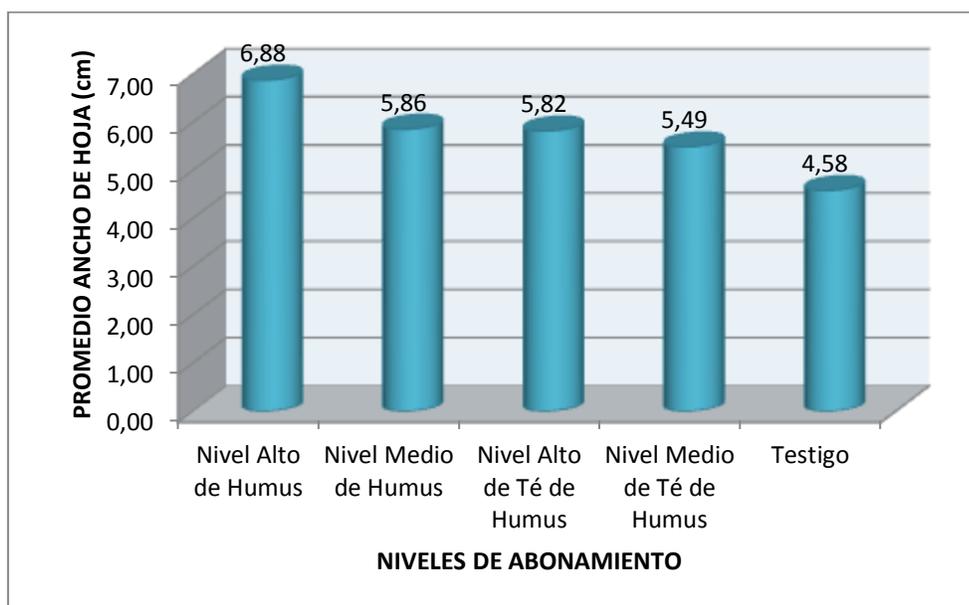
**Figura 9. Promedios para ancho de hoja de las variedades de albahaca**

La albahaca es una de las plantas más apreciadas en el uso alimenticio y medicinal; en especial la hoja de la planta por ser muy perfumada y fresca ya que se recogen poco antes de la floración para la venta a los consumidores por su alto contenido de sustancias oleosas que determinan su aroma (Suquilanda, 1995).

Crespo (1989), indica que el conjunto de variedades que se agrupa dentro de las de hoja ancha, no están bien definidas botánicamente como para hacer

diferencias, la principal definición del grupo son las flores blancas formando largos racimos, Industrialmente dan los mejores rendimientos en esencias, se la cultiva para ello, en el país se destinan únicamente para el consumo como hortaliza.

**5.2.4.2 Ancho de hoja entre niveles de abonamiento.** Mediante la comparación de promedios mostrada en la Figura 10, Cuadro 17 del Anexo a través de la prueba múltiple Duncan al 5% de significancia se evidencia que existe poca diferencias entre niveles de abonamiento para el ancho de hoja alcanzando una media de 6,88 cm para el nivel alto de humus de lombriz, seguida por el nivel medio de humus de lombriz con 5,86 cm; 5,82 cm para nivel alto de té de humus, con un promedio similar de 5,49 cm del nivel medio de té de humus y los tratamientos testigos con 4,58 cm resultando ser el más bajo de los promedios.



**Figura 10. Promedios para ancho de hoja por niveles de abonamiento del cultivo de albahaca**

Medina y Solari (1990), indican que el potasio aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades, a la sequía y al frío. Los primeros síntomas de su carencia,

cuando es leve, se observan en las hojas viejas; pero cuando es aguda, son los brotes jóvenes los más severamente afectados, llegando a secarse. Las hojas jóvenes se ven como rojizas y las adultas se mantienen verdes pero con los bordes amarillentos y marrones.

Montero et al., (1978), explica que se basa en el empleo de los abonos orgánicos y el valor del contenido de uno de sus elementos químicos principales como fuente de nutrientes, aplicando distintos materiales orgánicos a dosis variables de acuerdo con sus contenidos de nitrógeno.

### 5.2.5 En el número de hojas por planta de albahaca

El análisis de varianza que muestra el Cuadro 4, para el número de hojas muestra los resultados altamente significativos < 0,0001 para variedades FACTOR A así también para niveles de abonamiento FACTOR B e interacción variedades-niveles de abonamiento FACTOR A x B, significa que el comportamiento es diferente en la variable número de hojas para cada variedad y niveles de fertilización; la fuente de variación bloque no presento diferencia significativas, por lo tanto no afecto en el número de hojas siendo similares para los bloques.

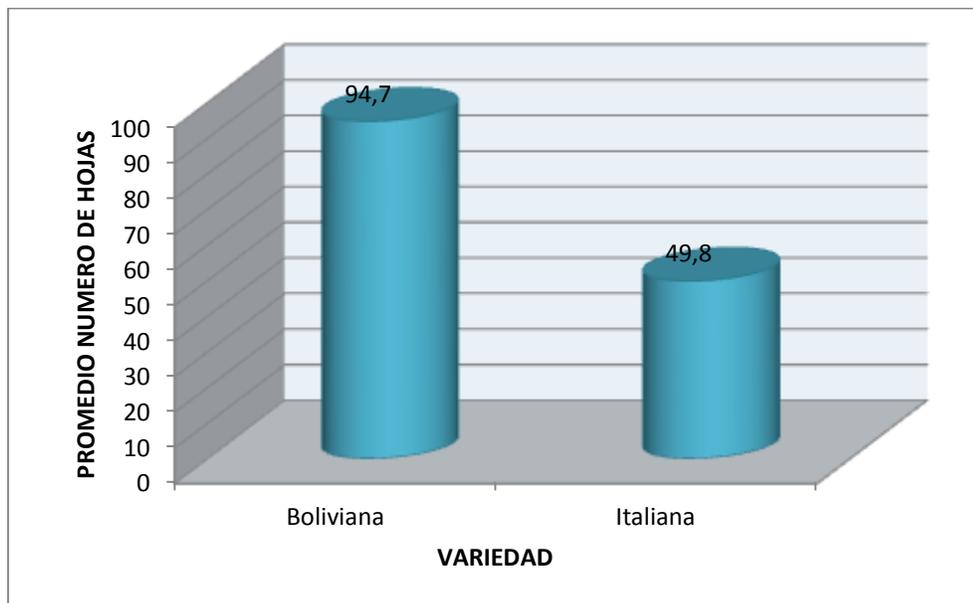
**Cuadro 4. Análisis de varianza para el número de hojas por planta de albahaca**

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
<b>Bloque</b>	2	279,547	139,773	1,62	0,2264 NS
<b>Variedad</b>	1	15112,487	15112,487	174,73	<,0001 **
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	8315,034	2078,758	24,02	<,0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	3092,987	773,246	8,94	0,0004 *
<b>Error</b>	18	1557,717	86,539		
<b>Total</b>	29	28357,775			

Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
C V = 12,86%

Se tiene un coeficiente de variación del orden 12,86% que se encuentra en un rango aceptable mostrando confiabilidad en los datos y su respectivo análisis.

**5.2.5.1 Número de hojas por planta entre variedades.** Como observamos la Figura 11 y Cuadro 18 del Anexo, en la prueba múltiple de Duncan al 5% podemos evidenciar que la variedad Boliviana supera con una media de 94,7 hojas por planta a la variedad Italiana que tiene una media de 49,8 hojas, demostrando altas diferencias entre variedades.

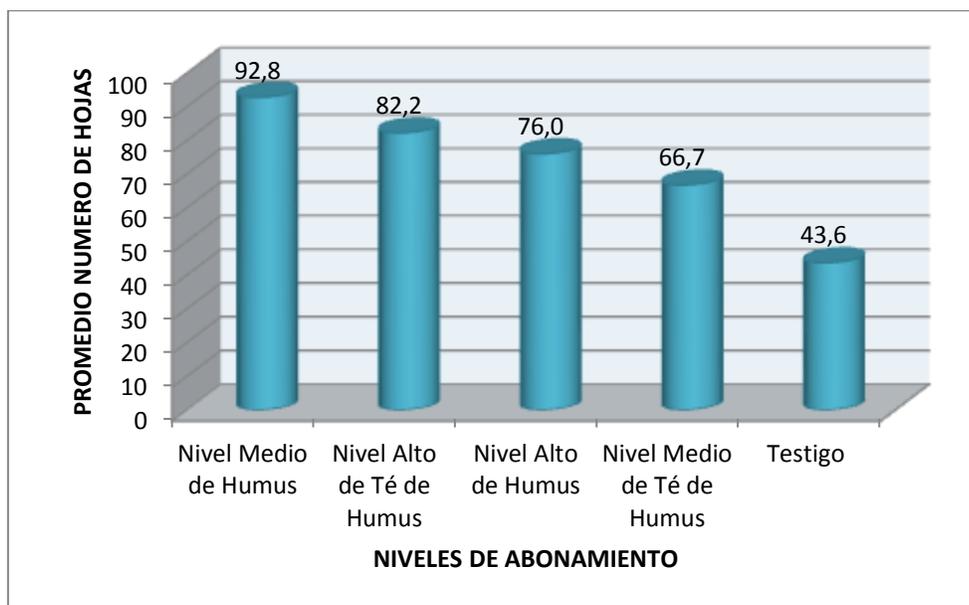


**Figura 11. Promedio del número de hojas por planta de las variedades de albahaca**

Por su parte Howard (1947), señala que el efecto del humus aumenta la productividad en los cultivos, la planta toma aspecto que se asemeja a la personalidad: especialmente el follaje cobra apariencia característica puesto que las hojas adquieren mucho brillo y con un buen manejo adecuado de la agricultura tiende a tener rendimientos con buena calidad de producto.

**5.2.5.2 Número de hojas por planta entre niveles de abonamiento.** La prueba de Duncan realizada para el número de hojas por planta entre niveles de abonamiento a un nivel de significancia del 5% mostrado en la Figura 12, Cuadro 19 del Anexo.

Se obtuvieron 92,8 hojas por planta de promedio siendo el más alto para un nivel medio de humus de lombriz; el promedio que tuvo el nivel alto de té de humus de lombriz fue de 82,2 hojas; seguida con el nivel alto de humus teniendo una media de 76,0 hojas; el nivel medio de té de humus tuvo una media de 66,7 hojas y para finalizar la media más baja de todos los promedios para los tratamientos testigos con 43,6 hojas por planta.

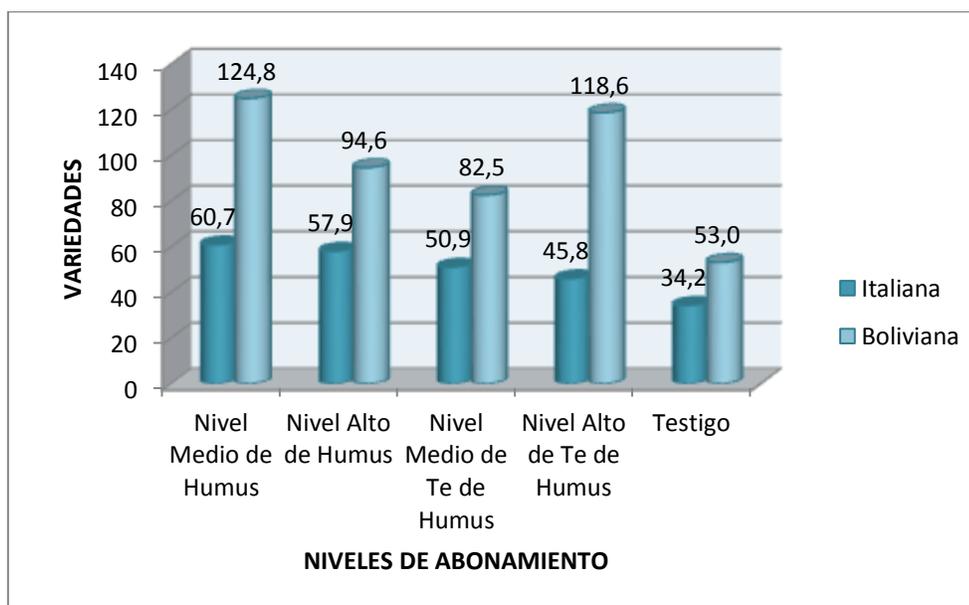


**Figura 12. Promedio del número de hojas por planta por niveles de abonamiento del cultivo de albahaca**

Un punto importante del abonamiento orgánico es la eficiencia de su aplicación, las técnicas más eficientes son identificadas por medio de la investigación y sus hallazgos son transmitidos a los agricultores por medio de los servicios de información: un abonamiento eficiente es sinónimo de minimización de la pérdida de nutrientes en el ambiente sin sacrificar los rendimientos de los cultivos. El

exceso de nutrientes, especialmente del nitrógeno, que no son absorbidos por el cultivo, es probable que se pierda en el ambiente; y si es absorbido excesivamente por la planta hace que crezcan demasiadas hojas por lo que la planta no soporta el peso y muere; evidentemente, el abonamiento correcto debe ser acompañada de otras prácticas agrícolas adecuadas (FAO, 1987).

**5.2.5.3 Interacción de variedades - niveles de abonamiento para número de hojas por planta.** El análisis de la interacción variedad-niveles de abonamiento para el número de hojas presentada en la Figura 13, Cuadro 20 del Anexo, donde observamos que están influenciados por los factores de estudio.



**Figura 13. Interacción variedades – niveles de abonamiento para el número de hojas por planta de albahaca**

El nivel medio de humus de lombriz muestra superioridad con una media de 124,8 hojas por planta para la variedad Boliviana y 60,7 hojas en Italiana; seguida con el nivel alto de humus con 94,6 hojas para Boliviana y 57,9 hojas para la variedad Italiana; similar a este nivel esta el nivel medio de té de humus con un promedio de 82,5 hojas en Boliviana y 50,9 hojas por planta en Italiana; el nivel alto de té de

humus se encuentra por arriba de lo mencionado presentando una media de 118,6 hojas para la variedad Boliviana y 45,8 hojas en Italiana; y los testigos con el promedio más bajo demostrando falta de interacción con los niveles de fertilizantes presentando un promedio de 53 hojas por planta en Boliviana y 34,2 hojas para Italiana.

Al respecto Guerrero (2007), menciona que el nitrógeno es el elemento principal del humus de lombriz y es un importante componente de la clorofila, de las proteínas, de los ácidos nucleicos y de otros componentes de las plantas. Los efectos de la aplicación de nitrógeno a un cultivo son, por lo general, rápidos y evidentes. Bajo buenas condiciones de manejo y en climas favorables, la respuesta de los rendimientos al nitrógeno es sensible y predecible.

Las aplicaciones reiteradas de abonos nitrogenados son necesarias ya que una parte del nitrógeno es absorbido por las plantas pero una parte importante de este nutriente se pierde por percolación, desnitrificación y volatilización.

#### **5.2.6 En el peso fresco de la planta de albahaca**

En el Cuadro 5 se puede apreciar el análisis de varianza para el peso fresco de la planta, se observa que existen diferencias significativas para el FACTOR A variedades, FACTOR B niveles de abonamiento y FACTOR A x B interacción variedad-niveles de abonamiento, lo cual nos indica que la influencia de los abonos de acuerdo a sus niveles de aplicación tuvo dominio en el peso fresco de la planta.

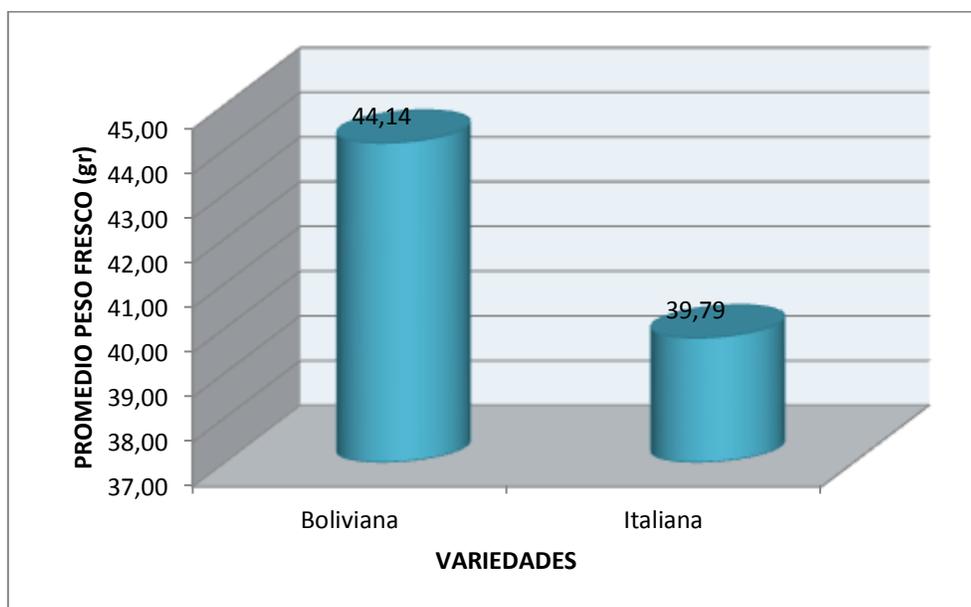
Este análisis dio como coeficiente de variación un valor de 8,72%, se encuentra por debajo del límite estadístico permitido, lo que indica una excelente confiabilidad en los datos obtenidos durante el proceso de evaluación del experimento.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el peso fresco de la planta de albahaca**

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
<b>Bloque</b>	2	73.318	36.659	2.74	0.0917 NS
<b>Variedad</b>	1	142.454	142.454	10.64	0.0043 *
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	2230.928	557.732	41.64	<.0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	512.508	128.127	9.57	0.0003 *
<b>Error</b>	18	241.097	13.394		
<b>Total</b>	29	3200.306			

Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
CV = 8,72%

**5.2.6.1 Peso fresco de la planta para variedades de albahaca.** La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, realizada para el FACTOR A variedades, determina en qué la variedad Boliviana tuvo mayor promedio en peso fresco como muestra la Figura 14, Cuadro 21 del Anexo.

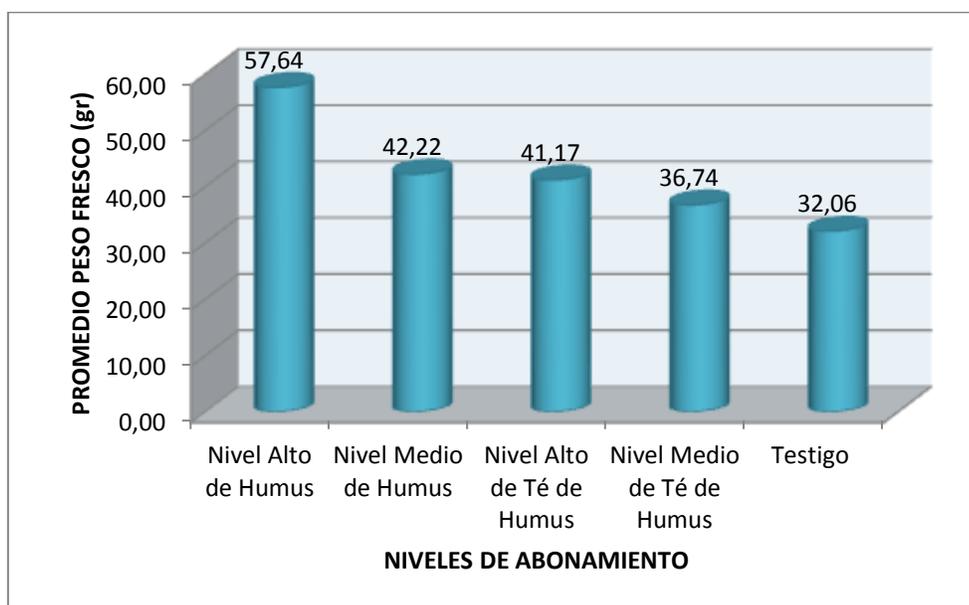


**Figura 14. Promedios del peso fresco de la planta por variedad de albahaca**

En la Figura 14, Cuadro 21 del Anexo, se observa que el mayor promedio para el peso fresco se da con la variedad Boliviana, obteniéndose una media de 44,14 g por planta. En el caso de la variedad Italiana, se obtuvo como promedio 39,79 g de peso fresco por planta, la diferencia entre ambas variedades es de 4,35 g lo cual favorece a la variedad Boliviana.

Al respecto la FAO (1987), menciona que cuando se origina un déficit en la humedad atmosférica se produce una pérdida en la turgencia de las células, lo que puede conducir a una disminución de su resistencia frente a determinadas enfermedades, por tanto los rendimientos serán menores.

**5.2.6.2 Peso fresco de la planta entre niveles de abonamiento.** En la Figura 15, Cuadro 22 del Anexo, muestra la prueba de Duncan de medias para el peso fresco de la planta entre niveles de abonamiento con un margen de error del 5%.



**Figura 15. Promedio del peso fresco de la planta de albahaca por niveles de abonamiento**

Según cómo se observa los resultados en la Figura 15, se encuentran diferencias en el nivel alto de humus de lombriz para la variable peso fresco de la planta con una media de 57,64 g, así mismo continua el nivel medio de humus con una media de 42,22 g; el nivel alto de té de humus con 41,17 g, el nivel medio de té de humus con 36,74 g y para finalizar los tratamientos testigos con el menor promedio con 32,06 g.

La FAO (2004), menciona que se pueden obtener buenos resultados si se aplican elementos nutritivos y no se tiene presente un grupo de factores que hacen eficaz dicho abonamiento, además afirma que los factores que influyen en el rendimiento de los cultivos siendo las más importantes características físicas – químicas del suelo (contenido de nutriente, reacciones del suelo, textura, estructura, capas impermeables), factores climáticos (lluvia, temperatura, intensidad luminosa), características del cultivo (requerimiento de nutrientes), actividad del hombre (rotación del cultivo, densidad de siembra, control plagas y enfermedades).

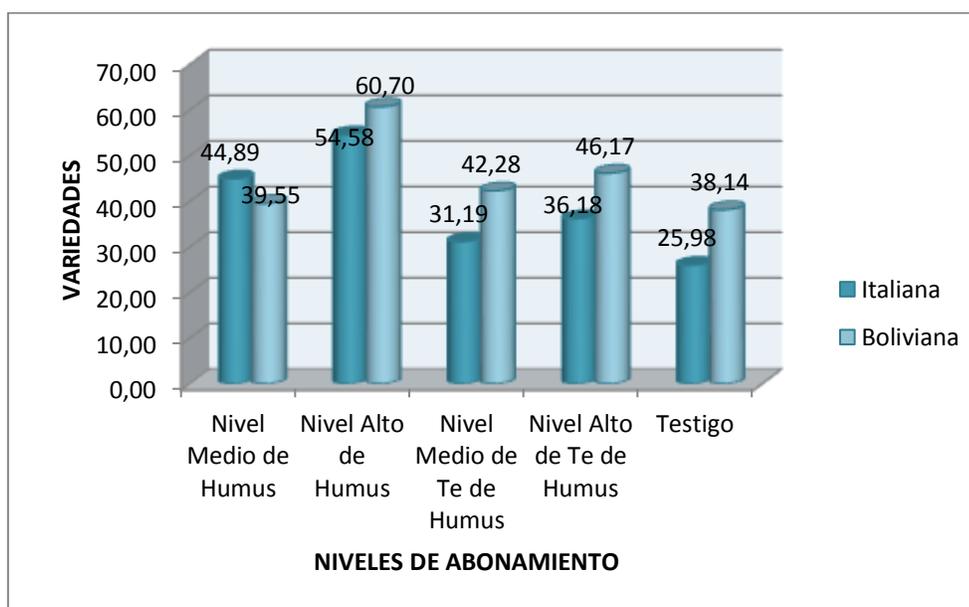
También indican que en diferentes trabajos de investigación realizados en diversos cultivos, los abonos líquidos han demostrado ser un excelente abono orgánico; se observan resultados a corto plazo, el aumento de la precocidad en todas las etapas de desarrollo vegetal de las hortalizas y el aumento en la cantidad, la uniformidad, tamaño y la calidad nutricional.

**5.2.6.3 Interacción variedades - niveles de abonamiento para peso fresco de la planta.** Estadísticamente se puede observar en la Figura 16, Cuadro 23 del Anexo para el análisis de interacción variedad - niveles de abonamiento para la variable peso fresco de la planta.

El nivel medio de humus tiene un promedio de 44,89 g para la variedad Italiana y 39,55 g para la variedad Boliviana, seguida el nivel alto de humus con el mejor promedio y alcanzando el mayor peso fresco de la planta con 54,58 g en Italiana y 60,70 g en la variedad Boliviana, no obstante el nivel medio de té de humus tuvo un promedio de 31,19 g en Italiana y 42,28 g en Boliviana; le sigue el nivel alto de té de humus con 36,18 g para la variedad Italiana y 46,17 g en la variedad

Boliviana; por consiguiente los tratamientos testigos obtuvieron el promedio más bajo con 25,98 g en Italiana y 38,14 g en Boliviana.

Podemos concluir que las diferencias encontradas más que todo entre niveles de abonamiento se puede manifestar que la variable peso fresco de la planta está influenciado por la variedad puesto que la Italiana tiene hojas más grandes en comparación con la Boliviana que tiene menor dimensión pero en mayor cantidad de hojas.



**Figura 16. Interacción de variedades - niveles de abonamiento para el peso fresco de la planta de albahaca**

Los factores medioambientales de mayor importancia para el desarrollo, producción y rendimiento de la albahaca son: Suelos fertilizados con textura liviana, franca, franca-arenosa o franca-arcillosa, ya que en estas se presenta un mejor crecimiento y desarrollo del sistema radical; también deben ser bien drenados; Clima: cálido, templado-cálido (no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C), temperaturas mayores causan estrés y pueden causar marchitamiento durante la parte más caliente del día (Camargo, 2008).

### 5.2.7 En el peso seco de la planta de albahaca

El Análisis de Varianza para esta variable de respuesta se dividió por factores y se refleja en las siguientes páginas.

Este análisis dio como coeficiente de variación un valor de 7,74% se encuentra por debajo del límite estadístico permitido, lo que indica una excelente confiabilidad en los datos obtenidos durante el proceso de evaluación del experimento mostrado en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para el peso seco de la planta de albahaca**

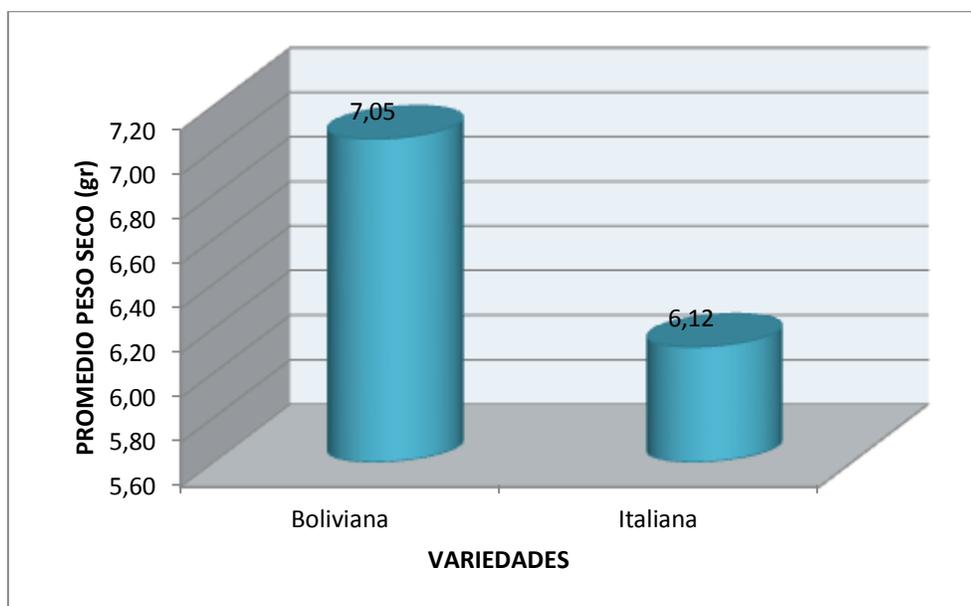
Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
<b>Bloque</b>	2	0.421	0.210	0.81	0.4603 NS
<b>Variedad</b>	1	6.534	6.534	25.12	<.0001 **
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	57.867	14.466	55.62	<.0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	0.410	0.102	0.40	0.8095 NS
<b>Error</b>	18	4.681	0.260		
<b>Total</b>	29	69.915			

Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
C V = 7,74%

Tomando en cuenta el análisis de varianza en el Cuadro 6, se observa que el valor  $p = 0,0001$  es menor al nivel de significación nominal  $\alpha = 0,05$  de la prueba para efecto de la fuente niveles de abonamiento, esto implica que el valor calculado del estadístico F a partir del experimento es mayor al valor teórico esperado bajo la hipótesis de igualdad de efectos de tratamientos, basado en esto se puede concluir que se rechaza la hipótesis de igualdad y se acepta que existe una diferencia significativa en la variable peso fresco de la planta.

También se pudo observar que no existió una diferencia significativa en la fuente interacción variedades-niveles de abonamiento, esto muestra que los factores nombrados no influyen sobre la variable estudiada.

**5.2.7.1 Peso seco de la planta para variedades de albahaca.** La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, realizada para comparar las medias en el peso seco de la planta determina en que la variedad Boliviana obtuvo mayor promedio entre variedades.



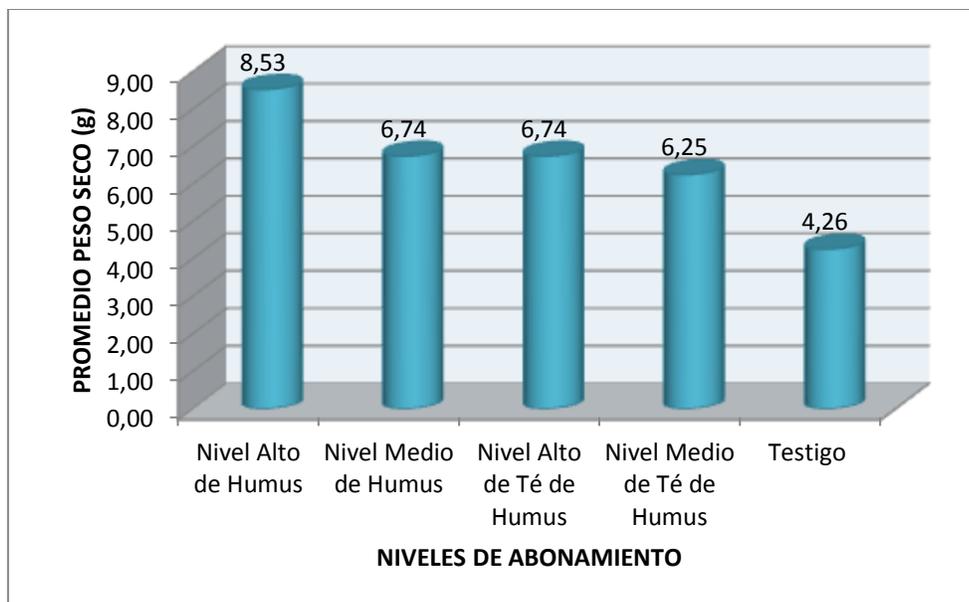
**Figura 17. Promedio del peso seco de la planta por variedades de albahaca**

En la Figura 17, Cuadro 24 del Anexo, mostramos que tuvo influencia la variedad para la variable peso seco de la planta; teniendo un promedio para la variedad 7,05 g para la variedad Boliviana y Italiana de 6,12 g y, en esencial la albahaca posee una gran cantidad de agua en la parte foliar lo que coincide con lo encontrado en bibliografía que establece que el peso de la planta en seco es mínima comparando con el peso en fresco.

Fanlo *et al.*, (2009) indica que la humedad inicial de la mayor parte de las plantas se encuentra entre el 70 - 80%, aunque este valor depende de la especie, del órgano vegetal y de las condiciones de cultivo: la albahaca tiene alrededor una humedad en cosecha de 85%, ajedrea puede tener una humedad en cosecha del 63% mientras que la melisa alrededor de 71% (aprovechamiento de la hoja).

También existen diferencias en el caso de especies del mismo género: la lavanda (*Lavandula angustifolia*) tiene una humedad de 60% y el espliego (*Lavandula latifolia*) la tiene de 56% (aprovechamiento flor). Finalmente, se observan pequeñas diferencias de humedad entre el orégano cultivado con riego 58% y en seco 60%.

**5.2.7.2 Peso seco de la planta de albahaca entre niveles de abonamiento.** En la Figura 18 muestran la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, realizada para el peso seco de la planta por niveles de abonamiento proporcionan diferencias significativas donde el nivel alto de humus fue el que obtuvo el mayor promedio con 8,53 g de peso seco; el turno de el nivel medio de humus con 6,74 g de promedio; el nivel alto de té de humus con 6,74 g muy seguido con el nivel medio de té con 6,25 g y para finalizar el testigo con el menor promedio para el peso seco de la planta con 4,26 g.



**Figura 18. Promedio del peso seco de la planta de albahaca por niveles de abonamiento**

Este contraste se debe a que la planta de albahaca manifestó de manera desigual no solo a los tipos de fertilizante; sino también a los niveles aplicados los cuales tuvieron diferente cantidad de aportación de sus elementos.

Al respecto Bravo (2010), señala en su trabajo de investigación que el secado en el cultivo de menta debe realizarse inmediatamente después de su cosecha, ya sea en forma natural o artificial, en sitios bajo de sombra, formando manojos colgados en el primer caso o en hornos en el segundo caso y la cosecha es preferible realizarla en días soleados, para lograr la mayor concentración de mentol en la planta; los rendimientos de cosecha pueden ser del orden de 7000 a 12000 kg/ha de materia verde, mientras que en materia seca pueden cosecharse entre 1500 a 2500 kg/ha.

### 5.2.8 En el rendimiento del cultivo de albahaca

En el Cuadro 7 se expone en análisis de varianza para el rendimiento de albahaca (kg/ha) en peso fresco.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para el rendimiento de la albahaca**

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
<b>Bloque</b>	2	1876943.54	938471.77	2.74	0.0917 NS
<b>Variedad</b>	1	3646830.19	3646830.19	10.64	0.0043 *
<b>Niveles de abonamiento</b>	4	57111759.47	14277939.87	41.64	<.0001 **
<b>Interacción Variedad – Niveles de abonamiento</b>	4	13120210.95	3280052.74	9.57	0.0003 *
<b>Error</b>	18	6172107.75	342894.88		
<b>Total</b>	29	81927851.90			

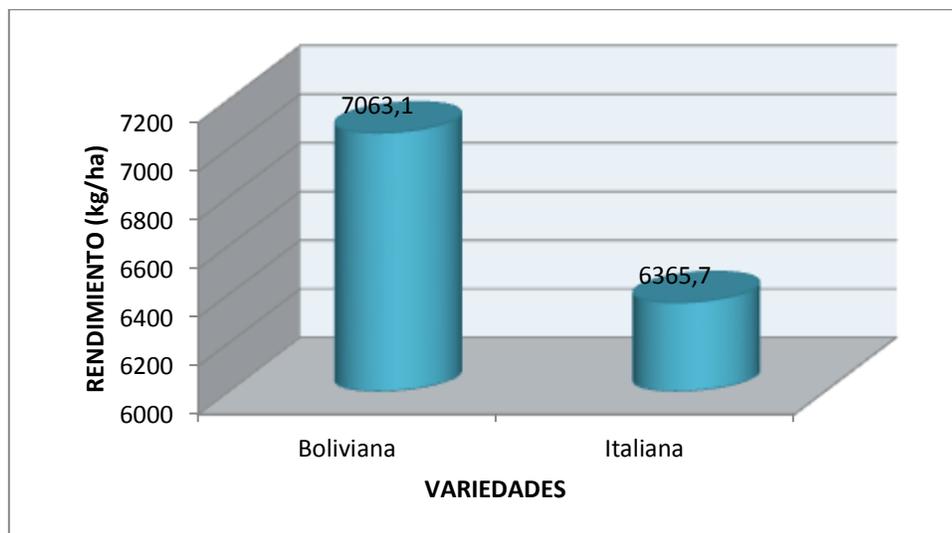
Prob = probabilidad al 5%, NS = no significativo, \*\* = altamente significativo, \* = significativo  
C V = 8,72%

Este análisis para la variable rendimiento (kg/ha), despliega que la diferencia entre bloques no es significativa.

Entre variedades, niveles de abonamiento e interacción variedad – niveles de abonamiento existe diferencias estadísticas significativas, este análisis dio como

coeficiente de variación un valor de 8,72% se encuentra por debajo del límite estadístico permitido, lo que indica una excelente confiabilidad en los datos obtenidos durante el proceso de evaluación del experimento.

**5.2.8.1 Rendimiento entre variedades de albahaca.** La prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5% realizada para el rendimiento de albahaca kg/ha en peso fresco, demostradas en la Figura 19, Cuadro 26 del Anexo; donde observamos que existe predominio de la variedad Boliviana que obtuvo un rendimiento de 7063,1 kg/ha y siguiendo de cerca la variedad Italiana con 6365,7 kg/ha.



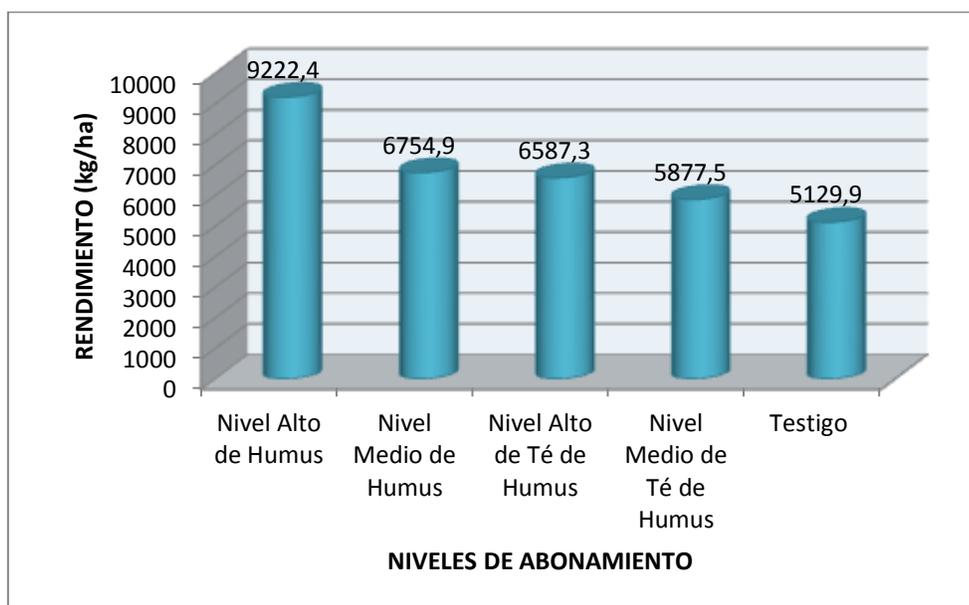
**Figura 19. Promedios del rendimiento (kg/ha) por variedades de albahaca**

La variedad Boliviana superó en rendimiento puesto que esta es de menor tamaño de hoja pero en mayor cantidad comparado con la variedad Italiana, característica genética que favoreció el rendimiento; y la variedad Italiana presentó hojas en menor cantidad pero de mayor dimensión lo cual desfavoreció el peso fresco total del cultivo de albahaca.

Bravo (2010) detalla que el rendimiento de materia fresca de albahaca se encuentra entre 25000 y 29000 kg/ha por año, con un contenido de humedad del 88%, lo que representa entre 2500 y 3500 kg de materia seca/ha por año y el consumo está asociado al uso que le dan ciertas etnias y actualmente con particular énfasis en la cocina gourmet, medicina humana, cosmética natural y otros.

En otro ensayo realizado por Fuentes (2012) señala que el cultivo de Tomillo tiene un rendimiento de 5800 kg/ha en material fresco y 1200 kg/ha en material seco; también es una planta interesante para el sector medicinal, las hojas y sumidades son estimulantes, antiespasmódicas, balsámicas, antisépticas, cicatrizantes y antioxidantes, en forma de infusión, extracto fluido o jarabe compuesto, para afecciones de las vías respiratorias, tosferina, catarros.

**5.2.8.2 Rendimiento entre niveles de abonamiento.** La prueba de Duncan al 5% de significancia muestra el rendimiento en material seco de albahaca entre niveles de abonamiento expuestos en la Figura 20, Cuadro 27 del Anexo.



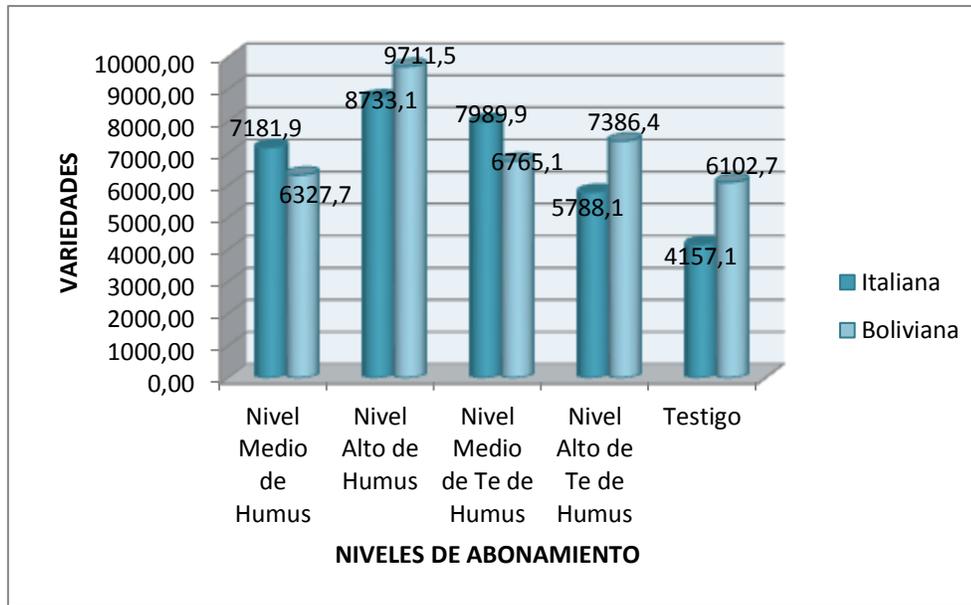
**Figura 20. Promedios del rendimiento por niveles de abonamiento del cultivo de albahaca**

El nivel alto de humus de lombriz fue el que presento mayor promedio con 9222,4 kg/ha, seguida de el nivel medio de humus con 6754,9 kg/ha; lo cual indica que el humus provoco mayor rendimiento en la planta de albahaca; el nivel alto de té humus con 6587,3 kg/ha y 5877,5 kg/ha para el nivel medio de té de humus; el testigo fue el que presentó el menor rendimiento con 5129,9 kg/ha.

Para garantizar la producción sostenible de hortalizas aromáticas, se hace necesario establecer dosis y formas de aplicación de abonos orgánicos como el humus de lombriz, que tienen la finalidad de mejorar la fertilidad natural del suelo e incrementar el crecimiento y desarrollo de los cultivos, es decir, cuando se aplica un abono orgánico, las plantas retiran del suelo los elementos requeridos para un buen crecimiento y rendimiento.

**5.2.8.3 Interacción variedades - niveles de abonamiento para rendimiento.** La Figura 21, Cuadro 28 del Anexo, muestra el análisis de interacción variedades - niveles de abonamiento para el rendimiento en peso fresco kg/ha; el que interactuó mejor fue la variedad Italiana y Boliviana con el nivel alto de humus, seguida del nivel medio de la misma; el humus por su elevada solubilización, debido a la composición bacteriana proporciona una rápida asimilación por las raíces de la planta, lo cual, produce un aumento del porte de la misma, protege de enfermedades, cambios bruscos de humedad y principalmente aumenta el rendimiento en los cultivos.

La interacción que tuvo el té de humus de lombriz también tuvo efecto en el rendimiento pero en menor incremento que el humus; el té es un nutriente orgánico, mejorador del suelo y con elevada digestibilidad por su gran carga enzimática y bacteriana, logrando así una rápida asimilación por las plantas vía radicular y/o foliar.



**Figura 21. Interacción variedades - niveles de abonamiento para rendimiento de albahaca**

Se observa la influencia que ejercen las combinaciones de las dosis con los abonos y la variedad, manifestándose que las interacciones incrementaron el rendimiento; por último los tratamientos testigos fueron los que menor promedio en rendimiento tuvieron por la falta de interacción, solo mostrando las rasgos de la planta de albahaca.

### 5.3 Efecto de los tratamientos en el suelo

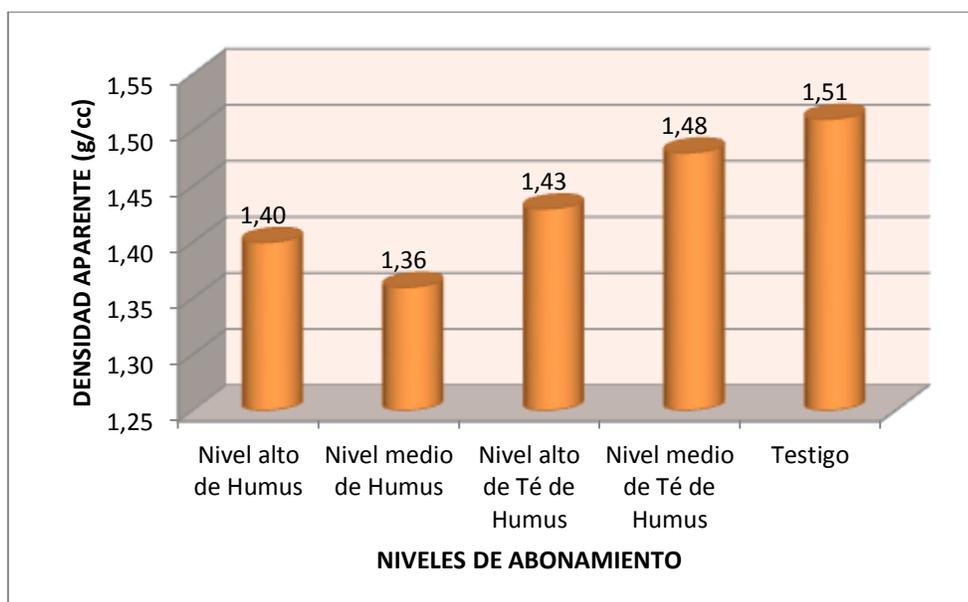
#### 5.3.1 Sobre las propiedades físicas del suelo

En el Cuadro 8 podemos observar la comparación de los valores físicos del suelo como la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad volumétrica, entre tratamientos.

**Cuadro 8. Evaluación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad volumétrica de los tratamientos.**

Tratamientos	Densidad aparente (g/cc)	Porosidad (%)	Humedad volumétrica (%)
Nivel alto de Humus	1,40	47,17	44,92
Nivel medio de Humus	1,36	48,68	31,09
Nivel alto de Té de Humus	1,43	46,04	42,05
Nivel medio de Té de Humus	1,48	44,15	33,74
Testigo	1,51	43,02	28,17

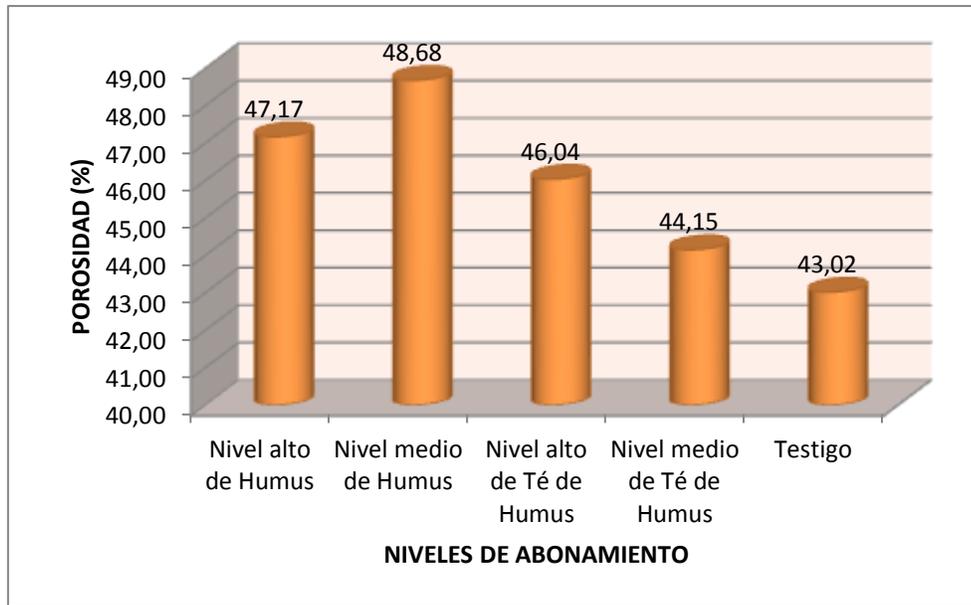
**5.3.1.1 Densidad aparente (g/cc).** La evaluación de la densidad aparente y comparando entre tratamientos como muestra la Figura 22; el testigo fue el que tuvo mayor densidad con 1,51 g/cc perteneciendo a una textura franco, seguida del nivel medio de té de humus con 1,48 g/cc con la misma textura; con 1,40 g/cc el nivel alto de humus corresponde a la textura franco arcilloso al igual que el nivel alto de té de humus con 1,43 g/cc; y el nivel medio de humus con 1,43 g/cc correspondiente de igual manera a la textura franco arcilloso (Chilón, 1986).



**Figura 22. Comparación de la densidad aparente (g/cc) entre tratamientos**

Una manera de expresar el peso de un suelo es la densidad aparente, la cual depende en gran medida de la estructura del suelo; por esta razón debe medirse en muestras no alteradas. Los suelos sueltos y porosos tienen bajas densidades aparentes, en tanto que los suelos compactos tienen altos valores, por otra parte las texturas finas como las arcillas tienden a tener valores bajos. La presencia de materia orgánica como el humus de lombriz afecta en forma considerable la densidad aparente, contribuyendo a rebajar los valores debido a que la materia orgánica facilita la granulación de los suelos; los suelos de texturas finas son más ricos en materia orgánica que los de textura gruesa, lo que es una razón más para que los primeros tengan normalmente densidades aparentes más bajas (Donoso, 1994).

**5.3.1.2 Porosidad (%).** El porcentaje de porosidad que mostraron en la Figura 23 destaco los siguientes resultados; para el nivel medio y alto de humus es de 48,68% y 47,17%, seguidas por el té de humus con 46,04% para el nivel alto y 44,15% para el nivel medio, con el último porcentaje el tratamiento testigo con 43,02%; la distribución del espacio poroso depende de la composición y arreglo de la fracción sólida, es decir, de la textura, del contenido de materia orgánica, de la estructura, y está relacionada inversamente con la densidad aparente.

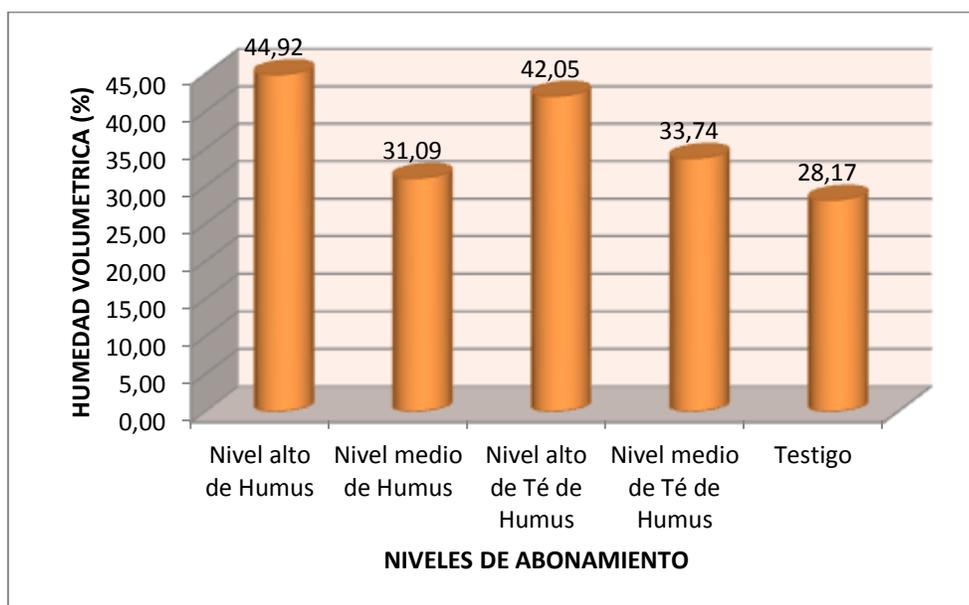


**Figura 23. Comparación de la porosidad (%) entre tratamientos**

Gisbert *et al*, (2005), explican que el espacio no sólido del suelo es ocupado por el agua y el aire, compuestos determinantes en la nutrición y la respiración de las plantas, pero no todos los huecos tienen el mismo tamaño y forma, ni se encuentran comunicados de igual manera, por lo que su funcionalidad varía de unos suelos a otros, e incluso de una época del año a otra. En la fase fluida lo “ideal” sería una distribución en partes iguales de agua y aire puesto que de esta forma las raíces pueden tomar del suelo agua, elementos nutrientes y oxígeno, componentes indispensables para su desarrollo y crecimiento. Aunque esta proporción puede variar de forma temporal (a tenor de la temporalidad de las lluvias y los riegos, y del retorno del agua del suelo a la atmósfera por evaporación directa y/o transpiración de los seres vivos) y espacial.

**5.3.1.3 Humedad volumétrica (%).** Para finalizar con las variables físicas del suelo, en la Figura 24, podemos observar las comparaciones del porcentaje de la humedad volumétrica del suelo de los tratamientos.

Con un valor de 31,09% para el nivel medio y 44,92% para el nivel alto de humus de lombriz, continuamos con el nivel alto de té de humus con 42,05% y el nivel medio con 33,74%; el tratamiento testigo con 28,17%. Podemos concluir que la materia orgánica (humus y té de humus) mejora la agregación de las partículas, favoreciendo el aumento de espacio poroso lo que facilita el drenaje, la retención de humedad.



**Figura 24. Comparación de la humedad volumétrica (%) entre tratamientos**

La retención de humedad se refiere a la capacidad que tienen los suelos de retener humedad, esta propiedad de los suelos depende de varios factores entre los cuales se destacan: la textura, la densidad aparente, los coloides del suelo y la materia orgánica. Durante periodos relativamente cortos, esa característica es constante, sin embargo, el manejo de los suelos puede cambiarla en sentido positivo o negativo. Por ejemplo, la adición de materia orgánica mejora y ayuda a la retención hídrica; por el contrario, la compactación de los suelos la disminuye (Rojas, 2008).

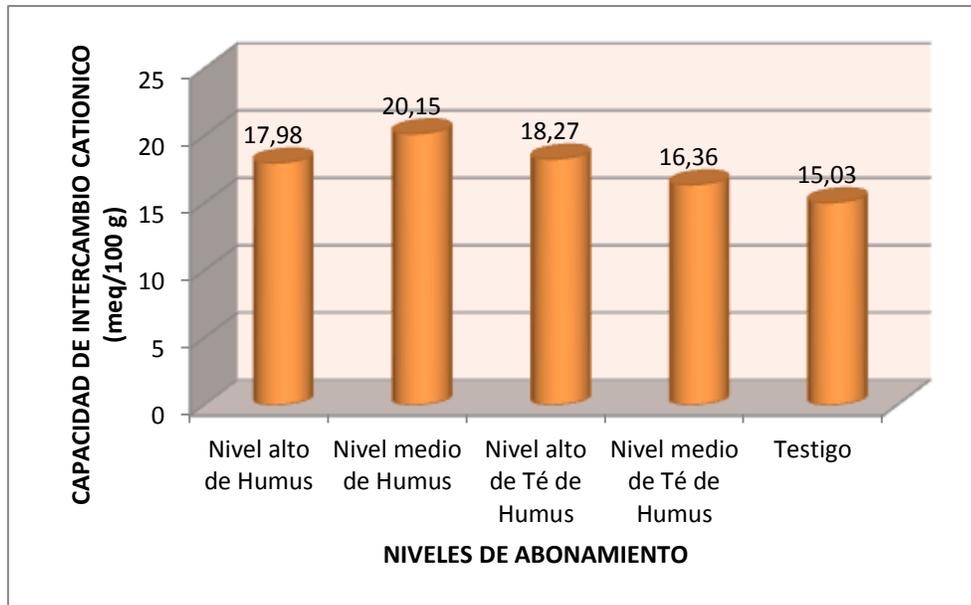
### 5.3.2 Sobre las propiedades químicas del suelo

En el Cuadro 9, se presenta los valores del análisis químico del suelo de los tratamientos.

**Cuadro 9. Evaluación de la capacidad de intercambio catiónico y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de los tratamientos.**

Tratamientos	CIC (meq/100 g)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100 g)
Nivel alto de Humus	17,98	0,30	39,54	0,85
Nivel medio de Humus	20,15	0,28	21,67	0,67
Nivel alto de Té de Humus	18,27	0,20	18,64	0,71
Nivel medio de Té de Humus	16,36	0,17	20,76	0,52
Testigo	15,03	0,14	9,32	0,46

**5.3.2.1 Capacidad de intercambio catiónico del suelo (meq/100 g).** Como se puede observar en la Figura 25 y Cuadro 9, la capacidad de intercambio catiónico CIC de los tratamientos observamos que el nivel medio de humus fue el mayor con 20,15 meq/100 g perteneciendo a un estándar Muy Alto propuesto por el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía – UMSA (1961), seguida de el té de humus nivel alto con 18,27 meq/100 g; en tercer lugar el nivel alto de humus con 17,98 meq/100 g; el nivel medio de té de humus con 16,36 meq/100 g; los tres pertenecientes a un estándar Alto y finalmente el testigo con 15,03 meq/100 g perteneciendo a un estándar Medio (Chilón, 1986).



**Figura 25. Comparación de la capacidad de intercambio catiónico entre tratamientos**

Respecto a la capacidad de intercambio catiónico, Croyetto (1997) señala que la CIC de las sustancias húmicas provenientes del humus de lombriz es de 150 – 300 meq \* 100 g<sup>-1</sup>.

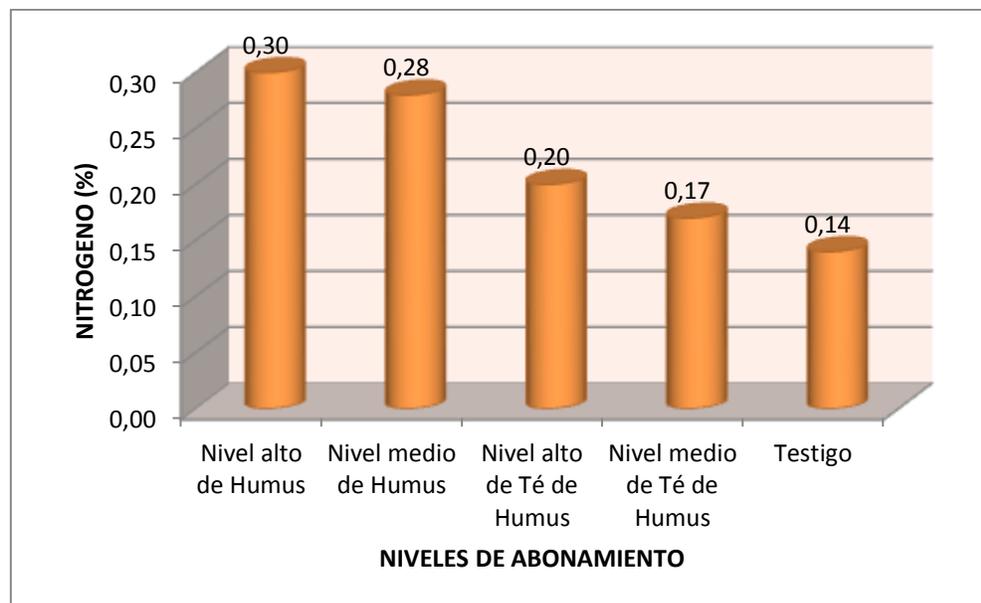
Landeros (1993) citado por Fernández (2003) indica que las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al unirse con las arcillas para formar el complejo arcillo – húmico.

**5.3.2.2 Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio del suelo.** Como se puede observar en el Cuadro 9 se tiene los resultados del contenido de nitrógeno, fosforo y potasio del suelo y entre tratamientos.

**a) Nitrógeno (%).** Se puede observar en la Figura 26 los resultados del contenido de nitrógeno del suelo de los tratamientos; el nivel alto de humus es el que presenta más contenido de nitrógeno con 0,30% seguida del nivel medio de la misma con 0,28%; los tratamientos con el té de humus son los

siguientes con 0,20% para el nivel alto y 0,17% para el nivel medio; el tratamiento testigo fue el que obtuvo menor porcentaje de nitrógeno con 0,14%.

Se comprobó que el humus de lombriz es un abono completo, la aplicación de este producto provocó un incremento en la producción de materia fresca y por ende de materia seca aérea del cultivo de albahaca; y elevó la eficiencia de uso del abono en porcentaje de nitrógeno puesto que el análisis inicial de suelo se tuvo 0,12% de nitrógeno total.



**Figura 26. Comparación del contenido de nitrógeno entre tratamientos**

Alexander (1995), nos dice que la eficiencia de uso del abono humus de lombriz que es altamente nitrogenado se puede definir como la relación entre los kilogramos de nitrógeno absorbido proveniente del abono y los kilogramos de nitrógeno de abono agregado. Como la absorción de nitrógeno depende del crecimiento del cultivo, la cantidad de nitrógeno absorbido proveniente del fertilizante generalmente se determina en madurez fisiológica, el momento de máxima absorción.

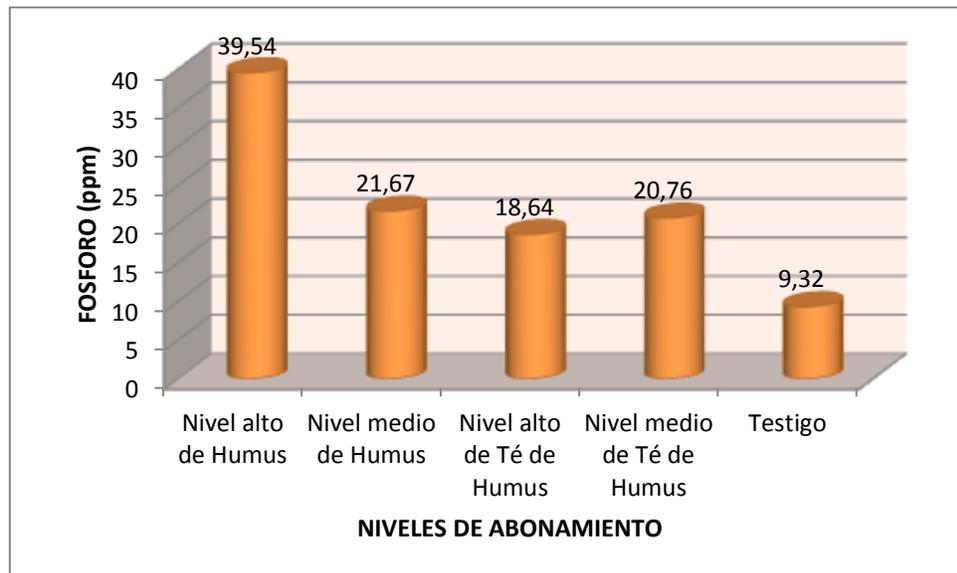
Los valores de eficiencia obtenidos dependen del cultivo y del momento de aplicación del abono, pero estos generalmente oscilan entre el 50 y el 70%. Una parte del N no absorbido permanece en el suelo en forma orgánica, y en menor cantidad en forma mineral.

Cuando existe una deficiencia de N las hojas son pequeñas, los tallos finos y rectos y las ramificaciones escasas; de ahí que la planta parezca rala. En las primeras etapas de crecimiento las hojas suelen ser pálidas y de color verde-amarillento. Esto se debe a la poca síntesis de clorofila; a medida que la planta envejece las hojas pueden tornarse amarillas, rojas o púrpuras debido a la presencia de antocianina. En condiciones de deficiencia de N se produce una competencia interna dentro de la planta que determina la movilización del N desde los órganos de mayor edad cronológica (por ejemplo, hojas viejas) hacia los órganos más jóvenes. Si la planta se encuentra en la fase reproductiva, el N es translocado preferentemente hacia los frutos. Esto determina que los síntomas de deficiencia de N aparezcan en las hojas más viejas, por esto, generalmente las hojas basales se tornan amarillentas (Díaz y Rosello, 1992).

**b) Fosforo (ppm).** La comparación de contenido de fosforo del suelo de los tratamientos mostrados en la Figura 27, indican que se incremento con la aplicación de humus de lombriz y té de humus, la primera tuvo mejor impacto con 39,54 ppm para el nivel alto; seguida del nivel medio con 21,67 ppm; continuamos con el té de humus donde el nivel medio supera al nivel alto con 20,76 ppm y 18,64 ppm; finalmente el tratamiento testigo con 9,32 ppm. En el análisis del suelo inicial tuvo 9,43 ppm de fosforo asimilable, lo cual indica que con la aplicación de los abonos se pudo aumentar la cantidad de fosforo al suelo, el tratamiento testigo fue el que rebajo la cantidad de la misma.

El análisis de suelo, proporciona solo un índice del fosforo disponible en el suelo para los cultivos, o sea, este valor corresponde a un reflejo del

suministro natural del suelo; lo que por diferencia con los requerimientos del fósforo de la albahaca, se permite estimar las necesidades de fósforo a suplementar con abonos fosfatados.



**Figura 27. Comparación del contenido de fósforo entre tratamientos**

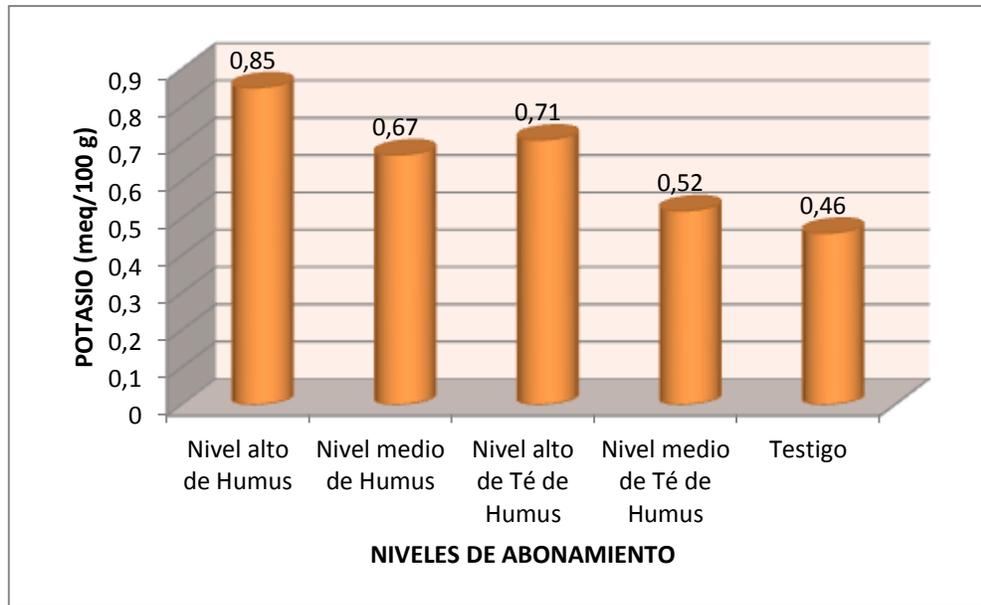
Fassbender (2004), nos dice que aunque las plantas lo contienen en menor cantidad que el nitrógeno, potasio, y calcio, tiene como factor limitativo más importancia que el calcio y quizás más que el potasio. Es un elemento que da calidad y precocidad a las plantas, ya que adelanta la maduración, a diferencia del nitrógeno, que tiende a prolongar el crecimiento vegetativo.

Cumple un rol plástico, porque se encuentra en toda la planta, y especialmente en los tejidos jóvenes y órganos de reserva. En los primeros interviene en la síntesis proteica y contribuye al desarrollo radicular. En los órganos de reserva (semillas y tubérculos) forma parte de fosfolípidos y ácidos nucleicos. También cumple un rol metabólico, ya que desempeña un papel indispensable como acumulador de energía y combustible para todas las actividades bioquímicas de las células vivientes al formar parte del adenosín trifosfato (ATP).

Mardoñez (2010) explica que el efecto más acentuado de la falta de fósforo es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas, el crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de fósforo, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes.

Debido a que el fósforo es fácilmente movilizado en la planta, cuando ocurren las deficiencias de este nutriente el fósforo se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas (parte baja) de la planta. Sin embargo, estos síntomas de deficiencia rara vez se observan en el campo y la deficiencia de fósforo generalmente se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento.

**c) Potasio (meq/100 g).** En el caso del potasio como se pudo apreciar en la Figura 28, el nivel alto de humus tuvo 0,85 meq/100 g, seguido del nivel alto de té de humus con 0,71 meq/100 g; en tercer lugar el nivel medio de humus con 0,67 meq/100 g, luego viene el nivel medio de té de humus con 0,52 meq/100 g y finalmente el tratamiento testigo con 0,46 meq/100 g. Al igual que el nitrógeno, el potasio también se incrementó en el suelo de los tratamientos donde el potasio inicial fue de 0,40 meq/100 g.



**Figura 28. Comparación del contenido de potasio entre tratamientos**

El potasio es absorbido como ion potásico  $K^+$  y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el abono potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico; llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuanto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Para la exitosa producción de cultivos es más importante que se mantenga la concentración de potasio en la solución del suelo a un nivel satisfactorio a través del ciclo de cultivo (Ramírez, 1991).

Rodríguez (1992), indica que las deficiencias de potasio pueden ocasionar los siguiente trastornos: disminución de la fotosíntesis, disminución del traslado de los azúcares a la raíz, acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas, aparición en las células de las hojas de sustancias catabólicas, como la putrescína, que inicia los procesos de muerte celular y de tejidos, es decir la necrosis de los tejidos vivos, se promueve la susceptibilidad al ataque de

los hongos pues disminuye la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de los patógenos.

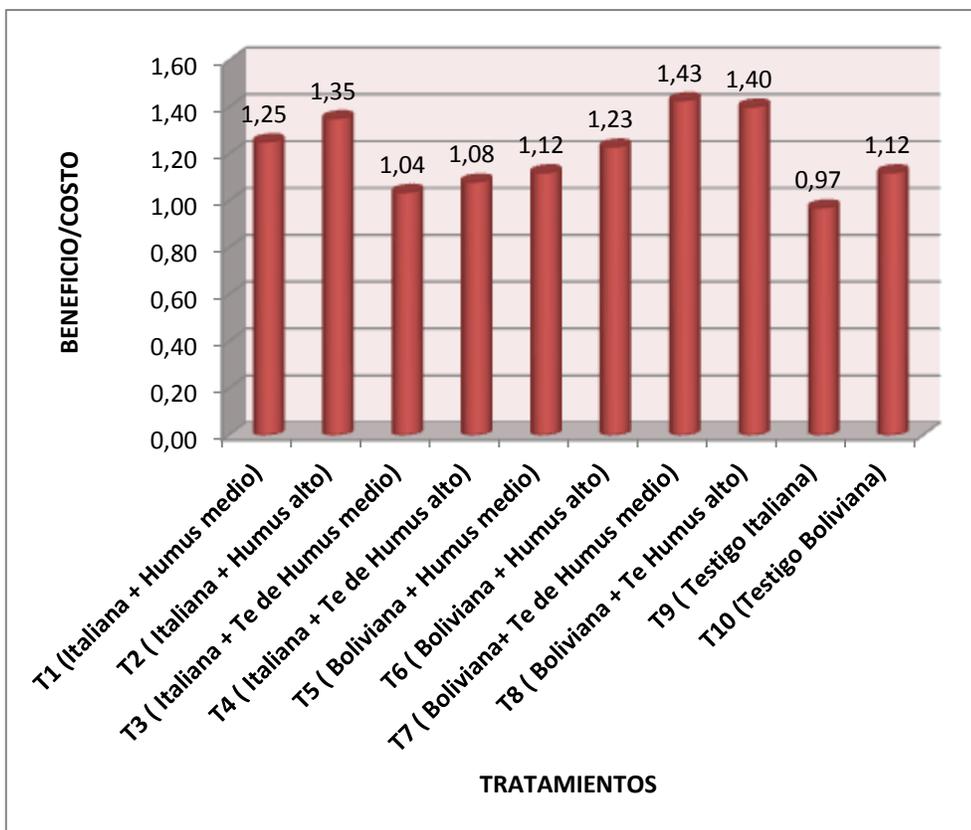
#### 5.4 Análisis Beneficio/Costo (B/C)

En el Cuadro 10 y Figura 29 se presenta el análisis Beneficio/Costo para el cultivo de albahaca.

**Cuadro 10. Relación B/C para producción de albahaca con diferentes tratamientos**

DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)	B/C
T1 (Italiana + humus medio)	50,27	40,16	1,25
T2 ( Italiana + humus alto)	67,98	50,31	1,35
T3 ( Italiana + té de humus medio)	34,93	33,71	1,03
T4 ( Italiana + té de humus alto)	40,51	37,50	1,08
T5 ( Boliviana + humus medio)	44,29	39,56	1,12
T6 ( Boliviana + humus alto)	61,13	49,71	1,23
T7 ( Boliviana+ té de humus medio)	47,35	33,15	1,42
T8 ( Boliviana + té humus alto)	51,70	36,90	1,40
T9 ( Testigo Italiana)	29,10	30,00	0,97
T10(Testigo Boliviana)	32,91	29,40	1,12

El tratamiento más rentable fue la variedad Boliviana con té de humus medio (T7) presentando un valor Beneficio/Costo de 1,42 Bs que nos dice que por cada boliviano invertido en la producción de albahaca tendrá una rentabilidad de 0,42 Bs; luego sigue el (T8) variedad Boliviana mas té de humus alto con 1,40 Bs; el (T0) que pertenece a la variedad Italiana testigo tuvo una relación de Beneficio/Costo de 0,97 Bs que nos indica que por cada boliviana invertido en la producción de albahaca se pierde, demostrando que no es justificable una inversión financiera bajo estas características de no aplicar abonos orgánicos.



**Figura 29. Relación Beneficio/Costo de la producción de albahaca con diferentes tratamientos**

Cuando tenemos inversión para la producción de cualquier cultivo, a corto plazo se tendrá una pérdida mínima por los costos de inversión; sin embargo si es a largo plazo entonces tendremos una relación de Beneficio/Costo justificable y tendrá rentabilidad.

## 6 CONCLUSIONES

Realizado el análisis de los resultados obtenidos para el estudio del rendimiento de dos variedades de albahaca hasta la etapa comercial, con relación a la biofertilización se tienen las siguientes conclusiones:

Las temperaturas a pesar de que no muestran un efecto marcado en el estudio, pero los mayores rendimientos se presentan con temperaturas cálidas, en la carpa solar se presentó una máxima de 44,6°C y una mínima de 7,3°C; el desarrollo vegetativo de la albahaca es afectado normalmente por el cambio brusco de temperatura.

Por las buenas condiciones del suelo para el trasplante de las plántulas del almácigo al área experimental, el porcentaje de prendimiento fue el 100%.

La altura de la planta entre variedades no tuvo significancia debido a las características genéticas, para la altura entre niveles de fertilización el que superó fue el humus de lombriz con 27,98 cm donde concluimos que el abonamiento es muy importante para incrementar y resaltar el rendimiento; la interacción variedades-niveles de abonamiento el que mejor interactuó fue el nivel alto de humus con la variedad Italiana con un promedio de 28,26 cm; la falta de abonamiento e implementación de abonos orgánicos influye mucho en la producción y rendimiento.

En el largo de la hoja podemos concluir que la variedad Italiana tuvo mucha significancia mostrando un promedio de 10,60 cm y la variedad Boliviana con 7,43 cm; entre niveles de abonamiento el que superó fue el nivel alto de humus.

El ancho de la hoja al igual que el largo la variedad Italiana mostró superioridad con un promedio de 7,48 cm y 3,98 cm para la variedad Boliviana; la interacción variedades – niveles de abonamiento no tuvo significancia.

El número de hojas presenta significancia entre variedades; manifestando una gran diferencia entre variedades; la variedad Boliviana presentó una media de

94,7 hojas por planta y la variedad Italiana 49,8 hojas, se estableció que la variedad Italiana mostro un gran tamaño de hojas pero en número le supero Boliviana; la mejor interacción fue el nivel medio de humus con la variedad Boliviana con 124,8 hojas por planta y el tratamiento testigo tuvo 53,0 hojas para Boliviana mostrando una gran diferencia entre tratamientos.

El mayor peso fresco por planta fue con la variedad Boliviana con 44,14 g comparando con la variedad Italiana que tuvo 39,70 g; podemos concluir que el número de hojas en peso supero al tamaño de hojas mostrando tener más promedio. Para niveles de abonamiento el que mejor resultado fue el humus nivel alto con 57,64 g y finalmente la mejor interacción variedades-niveles de abonamiento fue el nivel alto de humus con la variedad Boliviana con 60,70 g.

La fuente de variación que mostró significancia para el peso seco por planta fue variedades y niveles de abonamiento; entre variedades tuvo diferencia donde la variedad Boliviana mostro una media de 7,05 g e Italiana 6,12 g; otra vez el nivel alto de humus mostro predominio con 8,53 g, y la interacción no mostro significancia. Comparando el peso en fresco y seco podemos ultimar que la planta de albahaca tiene alrededor una humedad de 80 a 90%; el té de humus también mostro incremento en el peso seco pero de manera menos eficiente.

La variedad Boliviana fue el que presento mayor promedio en rendimiento en masa fresca con 7063,1 kg/ha seguida por variedad Italiana con 6365,7 kg/ha, entre abonos el que mayor impacto para el rendimiento fue el humus con un nivel alto con 9222,4 kg/ha; con 9711,5 kg/ha fue la interacción variedad Boliviana con un nivel alto de humus.

Es importante recalcar que la aplicación de abonos orgánicos garantiza la producción sostenible, mejorando la fertilidad del suelo e incrementando el crecimiento y desarrollo del cultivo para principalmente aumentar el rendimiento del cultivo de albahaca.

Con relación a las propiedades físicas se observó un mejoramiento de porosidad, densidad y humedad; demostrando la importancia que tuvo la aplicación de humus

y té de humus, puesto que ayudó al suelo por la acción de microorganismos a mejorar su fertilidad y sus condiciones físicas y químicas.

En relación al análisis Beneficio/Costo, tomando en cuenta los costos de inversión para la primera producción del cultivo de albahaca, a corto plazo se tendrá una pérdida mínima; sin embargo a largo y mediano plazo se tendrá una relación B/C justificable y rentable.

## 7 RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo son preliminares; no obstante permiten orientar estudios más profundos y específicos en la producción de albahaca.

Para mejores resultados en el porcentaje de prendimiento y crecimiento vegetativo de albahaca se recomienda tener un cuidado con los factores climáticos, especialmente en los cambios bruscos de temperatura, así evitaremos la susceptibilidad del cultivo.

Se recomienda usar la variedad Boliviana para la producción de albahaca puesto que manifestó buenas características genéticas y tuvo mejor rendimiento en peso fresco (kg/ha).

La aplicación de abonos orgánicos es muy beneficiosa en el transcurso del ciclo del cultivo, el humus y té de humus de lombriz es una alternativa mayor si se quiere dar resultados a corto plazo en los cultivos, que no afecta a la degradación del suelo ni a la salud y por el contrario aumenta su rendimiento, fertilidad, nutrientes y microfauna del suelo como son las colonias de hongos, bacterias y nemátodos, los mismos que son benéficos para aumentar la fertilidad del cultivo y la composición del suelo incrementando el contenido de macronutrientes en el área de estudio.

Es importante mantener limpio el cultivo, sin rastrojos ni malezas; para evitar la proliferación de insectos plagas, de igual manera mantener la humedad a capacidad de campo para evitar una deshidratación o marchitez permanente.

Es recomendable hacer más ensayos en plantas hortícolas aromáticas puesto que no hay mucha información, sobre todo por el conocimiento Boliviano; ya sea por consumo medicinal o consumo dietético.

## 8 BIBLIOGRAFIA

**ALEXANDER, M. 1995.** Introducción a la microbiología del suelo. Montevideo – Uruguay. 54 p.

**ALTIERI, S. 1983.** Agricultura ecológica en California. En Chile Agrícola. Volumen 9. 147 – 150 p.

**BAREÑO, P. 2006.** Albahaca (*Ocimum basilicum*) Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Curso de extensión. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Editorial Produmedios. Bogotá. D.C. 87 p.

**BLACK, C. A. 1975.** Relaciones suelo-planta. Volumen 1. México D. F.

**BOLLO, E. 1999.** Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 150 p.

**BRISEÑO, S., AGUILAR, M., VILLEGAS, J., 2013.** El cultivo de la albahaca. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 33 p.

**BRAVO, G. L. 2010.** Análisis del sector de hierbas aromáticas y medicinales del Ecuador y sus potenciales mercados de exportación. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Comercio Exterior e Internacional. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador. 37 – 39 p.

**BUXADÉ, C. 1997.** Zootecnia – Bases de producción animal. Tomo XII. Editorial Mundi-Prensa. Madrid Barcelona México. 376 p.

**CAMARGO, J. 2008.** Medicina de plantas aromáticas. Edición Issues.7 p.

**CARTAGENA, Y. 2002.** Abonos líquidos caseros para mejoramiento de rendimientos de plantas hortícolas. Argentina – Buenos Aires. 21 p.

- CÁSERES, A. 1993.** Plantas de uso medicinal en Guatemala. Ciudad de Guatemala: Editorial Universidad San Carlos; volumen 1:402.
- CHAMBI, F. 2005.** Agricultura I, Costos de producción. 112 p.
- CASSERES, E. 1999.** Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Lima Perú.
- CHILÓN, E. 1986.** Edafología, Practicas de Campo y Laboratorio. Ciudad de La Paz- Bolivia. Publicaciones Phawañani. 254 p.
- CHILÓN, E. 1997.** Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Practicas de campo, Invernadero y Laboratorio. Fertilización. Primera Edición. Ediciones C.I.D.A.T. La Paz – Bolivia. 34 p.
- COLLURA, A.1971.** Manual para el cultivo de plantas aromáticas. Buenos Aires – Argentina. 234 p.
- CRESPO, M. 1989.** Cultivo de plantas aromáticas para condimento. Editorial Albatros. Buenos Aires – Argentina. 85 p.
- CROYETTO, C. 1997.** La cero labranza y la nutrición del suelo. Agricultura Sustentable de Alta Producción. Quinto Congreso Nacional de AAPRESID, Mar del Plata - Argentina: 73-78 p.
- CUENCA, F. 2003.** Análisis de la Cadena del valor requerido de Nutrientes de Plantas Medicinales. Roma – Italia. 9 p.
- DARWICH, N. 1998.** Manual de Fertilidad de Suelo y Uso de Fertilizantes.
- DÍAZ y ROSELLO, 1992.** Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. Revista. INIA Investigaciones Agronómicas. Nº 1, Tomo 1. 27 - 35 p.
- DIMITRI, J. 1985.** Tratado de morfología y sistemática general. Editorial Acme. S.A. Buenos Aires-Argentina. 490 p.
- DONOSO, C. 1994.** Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Cuarta edición. Editorial Universitaria. Santiago – Chile. 35 – 37 p.

**F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes). 1987.** Estrategias en Materia de Fertilizantes. 1era publicación de la FAO, Roma. Versión revisada, publicada por la FAO e IFA. Roma, 122 p.

**F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2002.** Los fertilizantes y su uso. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Cuarta Edición. Roma. 69 p.

**F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2004.** Manejo integrado de Enfermedades en cultivos hidropónicos. 53 p.

**FANLO, M.; MELERO, R.; MORÉ, E.; CRISTÓBAL, R. 2009.** Cultivo de Plantas Aromáticas, Medicinales y Condimentarías en Cataluña. 6 años de campos de demostración. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

**FASSBENDER, H. W. 2004.** Química de Suelos con énfasis en Suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba – Costa Rica. 20 p.

**FORERO, C. 2010.** Implementación de buenas prácticas agrícolas en hierbas aromáticas culinarias. Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Departamento de Ingeniería Agronómica. Bogotá, D.C.

**FORSYTHE, W. 2001.** Física de Suelos: Manual de laboratorio. Ed. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Costa Rica. 142 p.

**FUENTES, T. 2012.** Plantas aromáticas y medicinales como potencial cultivo en el Cusco. Tesis para obtener el Grado de Maestría en Ciencias Agrícolas. Instituto de enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Cusco - Perú. 26 27 p.

**GARCIA, F. 1975.** Importancia de algunas propiedades físicas del suelo en los rendimientos y calidad del cultivo de papa. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay.

**GUERRERO, B. 2007.** Abonos Orgánicos – Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Recursos Ambientales. Lima - Perú.

**GISBERT, J.; IBAÑEZ, S.; MORENO, H. 2005.** El espacio Poroso del Suelo. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Buenos Aires – Argentina. 7 p

**HARDY, F. 1970.** Edafología tropical. 1ra. Edición. Ed. Herrera Hnos, México 155 p.

**HOWARD, A. 1947.** Un testimonio agrícola. 237 p.

**KRAMER, P. 1974.** Relaciones hídricas de suelo y planta. Editorial Edutex, S.A. México. 536 p.

**LANDEROS, M. 1993.** Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas derivadas del Humus de lombriz. Tesis de Grado. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago – Chile. 11 – 13 p.

**LEDESMA, O. 1990.** Fertilización química y orgánica en el cultivo de la coliflor *Brassica Oleracea* var. *Botrytis*. Tesis licenciatura Ingeniero Agrónomo. Cochabamba – Bolivia. U.M.S.S.

**LOPEZ, M. 1994.** Horticultura. Editorial Trillas S.A. México.

**LÓPEZ, M. A. 1998.** Cultivo de plantas medicinales: ¿Una alternativa? Revista de Plantas Medicinales para la Salud, CETAAR. 5 - 6 p.

**LOUÉ, A. 2000.** Los macroelementos y microelementos en agricultura. Editorial Mundi - Prensa. Madrid - España. 354 p.

**MAROTO, V. 1995.** Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundi - Prensa. Madrid – España. 43 p.

**MARDOÑEZ, V. 2010.** Evaluación agronómica de materiales orgánicos como fuente de N-P-K. Tesis de Grado para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad adventista de Chile. Facultad de Agronomía. Chillan-Chile. 54 p.

**MEDINA, V.A. y SOLARI, E.G. 1990.** El Biol fuente de Fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Programa especial de Energías UMSS-TZ. Impresiones Poligráficas; Cochabamba-Bolivia.

**MONTERO, R.; ORTEGA, R. y AGUILAR, A. 1978.** Estudio del contenido de carbono y nitrógeno en algunos abonos orgánicos y su efecto en la mineralización e inmovilización del nitrógeno. Revista Chapingo. 67 p.

**MUÑOZ, M. 2002.** Tabla de valor nutritivo de alimentos. Editorial Trilla. México. 240 p.

**MUÑOZ, F. 2012.** Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo en proceso. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

**PAUNERO, I. 2001.** Horticultura. Universidad Nacional de Cuyo – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires – Argentina.

**RAMÍREZ, R. 1991.** El uso eficiente de los fertilizantes y el incremento de la productividad agrícola en Venezuela. Informaciones agronómicas numero 4. Quito, Ecuador. 57 p.

**RAYMOND, D. 1989.** Estrategias de Calidad para Plantas Aromáticas, Medicinales y Productos derivados. Editorial Sucre. 34 p.

**RESTREPO, M. L., 2007.** Albahaca, colección hierbas y especias. Grupo editorial Norma. Colombia. 34 p.

**RIAZ, D. 1987,** Usos e importancia de plantas medicinales. Ediciones D – D. 198 p.

- ROJAS, R. 2008.** Las Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera en Planificación, Diseño y Manejo de Proyectos de Aguas y Tierras. Manual Técnico. 22 – 25 p.
- RODRIGUEZ, J. 1991.** Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. México D.F. 186 p.
- RODRIGUEZ, S.A. 1992.** Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT editor. Segunda reimpresión. México, D.F.
- SAINZ, S. J. 1991.** Biotecnología, un modelo de modernización para la Universidad. Editorial UMSA. La Paz – Bolivia. 55 p.
- SÁNCHEZ, C. 2003.** Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones Ripalme. 135 p.
- SIMON, J. 1993.** New aromatic lemon basil germplasm. New York.
- SUQUILANDA, M. 1995.** Plantas medicinales y hierbas aromáticas. Manual para la producción orgánica. Edición FUNDAGRO. Quito – Ecuador. 41 p.
- SUQUILANDA, M, 1996.** Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito-Ecuador.
- TORREZ, E. 1984.** Agrometeorología. Editorial DIANA. S.A. México. 150 p.
- ULLOA, M. 2010.** Variabilidad de las propiedades generales del suelo en dos cuencas de pequeñas dimensiones. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad da Coruña, 106 p.
- VANDER, Dr. A. sf.;** Plantas Medicinales, las enfermedades y su tratamiento por las plantas; Librería Sintet; Ronda Universidad, Barcelona.
- VELAZCO, L. 1979.** Física del Sistema Suelo – Agua – Planta. Publicación No. 74. Eublodrat. 90 p.
- VILLARROEL, D. 1997.** Manejo de plagas. CADIA-MIP. Cochabamba – Bolivia. 146 p.

**BENEFICIOS QUE OFRECE EL HUMUS DE LOMBRIZ A LOS CULTIVOS DE MANZANA** (En línea), consultado el 21/08/2012. Disponible en: [www.producción.com.ar/1997/97sep\\_15.htm](http://www.producción.com.ar/1997/97sep_15.htm)

**BENÍTEZ, V. 2002.** ¿Qué es el humus de lombriz? Encontrado en: <http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=2&Type=A&Datemin=2002-07-01%2000:00:00&Datemax=2002-07-31%2023:59:59>.

**CUENCA RURAL. 2003.** El cultivo de la albahaca (en línea). Disponible en: [http://www.cuencarural.com/frutihorticultura/aromaticas/el\\_cultivo\\_de\\_albahaca](http://www.cuencarural.com/frutihorticultura/aromaticas/el_cultivo_de_albahaca)

**ENCISO, A. J. 2004.** Producción y comercialización de plantas aromáticas y especies desecadas. Encontrado en: <http://www.almeriscan.com/ápices/default.htm.27oct.ISO 9001>.

**VEGA, G. 2002.** Instructivo técnico del cultivo de la albahaca (*Ocimum basilicum* sp.), en Cuba., en: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5178/albahaca.pdf>

# **ANEXO**

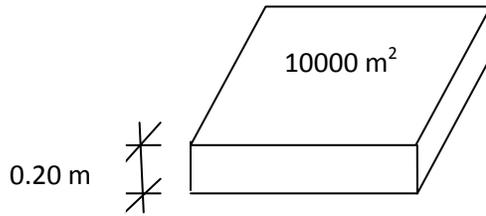
**Cuadro 1. Composición nutritiva por cada 100 g de parte comestible de albahaca**

<b>COMPONENTES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR POR 100 gramos</b>
Calcio	mg	177.0
Hierro	mg	3.17
Magnesio	mg	64.0
Fosforo	mg	56.0
Potasio	mg	295.0
Sodio	mg	4.0
Zinc	mg	0.81
Cobre	mg	0.385
Manganeso	mg	1.148
Calorías	kcal	23.0
Proteína	g	3.15
Ceniza	g	1.49
Carbohidratos	g	2.65
Vitamina C	mg	18.0

**Fuente:** [www.riley.nal.usda.gov](http://www.riley.nal.usda.gov); Intervención: Torrez

**Cuadro 2. Calculo de la dosis de humus de lombriz (Chilón, 1997).**

Peso de la Capa Arable (PCA):



$$\text{Volumen} = 2000 \text{ m}^3$$

$$\text{PCA} = \text{Dap} * \text{Vt}$$

$$\text{PCA} = 1.5 \text{ TM/m}^3 * 2000 \text{ m}^3$$

$$\text{PCA} = 3000 \text{ TM} * (1000 \text{ kg/1 TM})$$

$$\text{PCA} = 3000000 \text{ kg/ha}$$

Dap = densidad aparente

Vt = volumen total del suelo

**1. OFERTA DEL SUELO**

a. Datos de N-P-K del análisis del suelo.

N<sub>total</sub>            0.12%

P<sub>asimilable</sub>        9.43 ppm

K<sub>cambiable</sub>        0.40 meq/100 g suelo

b. En términos de nutrientes disponibles.

- Nitrógeno

3000000 kg/ha → 100%

X                    ← 0.12%

El coeficiente de mineralización es 1% por la textura, clima.

3600 kg N<sub>total</sub>/ha → 100%

X                    ← 1%

X = 36 kg N<sub>disp</sub>/ha/año

- Fosforo

9.43 ppm

- Potasio

0.40 meq/100 g suelo

Entre 10-50% del K cambiabile es disponible

0.40 meq/100 g suelo → 100%

X                    ← 50%

X = 0.2 meq/100 ↓ ← g suelo

Convirtiendo "meq" en "ppm"

1 meq K = (PA/V)/1000

PA = peso atómico

V = valencia

1 meq K = (39/1)/1000 = 0.039 g

0.039 g \* 0.2 meq K = 0.0078 g K

0.0078 g K → 100 g de suelo

X                    ← 1000000

X = 78 ppm K

Nutrientes disponibles en el suelo:

N = 36 kg N<sub>disp</sub>/ha/año

P = 9.43 ppm

K = 78 ppm

c. Calificación del status de la fertilidad del suelo

N = 0.12%            Medio

P = 9.43 ppm        Medio

K = 78 ppm            Medio

% MO = 1.73%      Bajo

d. Cantidad de nutrientes disponibles en kg/ha de la capa arable.

- Nitrógeno

36 Kg N<sub>disp</sub>/ha/año

- Fosforo

9.43 P → 1000000 suelo

X                    ← 30000000 kg suelo/ha

X = 28.3 kg P<sub>disp</sub>/ha

- Potasio

78 K → 1000000 suelo

X ← 30000000 kg suelo/ha

X = 234 kg K<sub>disp</sub>/ha

e. Factor de absorción: 40% (N) - 20% (P)  
- 40% (K)

N: 36 Kg N<sub>disp</sub>/ha\*0.40 = 14.4 kg N/ha

P: 28.3 kg P<sub>disp</sub>/ha\*0.20 = 5.66 kg  
P/ha\*2.29= 12.96 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

K: 234 kg K<sub>disp</sub>/ha\*0.40 = 93.6 kg/ha\*1.20 =  
12.96 kg K<sub>2</sub>O/ha

## 2. DEMANDA DEL CULTIVO

N: 50.4 kg N/ha

P: 65.6 kg P/ha \*2.29 = 150.22 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

K: 197 kg K/ha \* 1.20 = 237.2 kg K<sub>2</sub>O/ha

Demanda del cultivo: 50.4-150.22-237

Oferta del suelo: 14 -12.96-112.3

DOSIS: 36.4-137.26-124.9

## 3. CALCULO DEL REQUERIMIENTO DE HUMUS

Datos del humus

% MS = 40 (materia seca)

%CO = 22.53 (carbono orgánico)

%Ni = 2.1 (Ni = nitrógeno inicial)

100 TM humus fresco

↓ 40% MS

40 TM MS → %Ni (2.1%)=0.84 TM Ni

↓ 22.53% CO

9.01 TM CO

9.01 TM CO  $\xrightarrow{65\% \text{ se consume}}$   
35% como carbono de humus del suelo

3.15 TM C<sub>humus</sub> \* 1.274 = 5.43 TM humus

↓ 5%

0.27 TM N<sub>final</sub>

BALANCE:

Ni - Nf = GANACIA o PERDIDA

(0.84 - 0.27) TM<sub>N</sub> = 0.57 TM<sub>N disp.</sub>

## NIVEL MEDIO DE HUMUS

100 kg humus → 0.57 kg N<sub>disp</sub>

X ← 36.4 kg N

X = 6385.96 kg humus/ha

6385.96 kg humus → 10000 m<sup>2</sup>

X ← 1 m<sup>2</sup> (UE)

X = 0.64 kg humus/unidad experimental

0.64 kg humus → X

1 kg ← 1000 g

X = 640 g humus ~ 700 g humus

700 g humus → UE

X ← 16 plantas

X = 43.7 g/planta ~ 50 g/planta

Aumentando el 30% en compensación con la  
humedad del humus:

50 gr/planta → 100%

X ← 30%

X = 15 g/planta + 50 g/planta

**65 gr humus/planta Nivel medio.**

## NIVEL ALTO DE HUMUS

2 \* 65 g/planta = 130 g/planta

**130 g humus/planta Nivel Alto.**

## Cuadro 3. Dosis de té de humus

Nivel medio fue 7,5 cc té/planta

Nivel alto fue 15 cc té /planta

**Cuadro 4. Registro de temperaturas**

<b>FECHA</b>	<b>MÍNIMA</b>	<b>MÁXIMA</b>
04/12/2011	9	44,6
08/12/2011	11,7	40,6
12/12/2011	10,8	29,1
16/12/2011	10,6	33
20/12/2011	7,3	40,1
24/12/2011	8,9	40,9
28/12/2011	8,8	38,8
01/01/2012	9,91	35,6
05/01/2012	10,8	34,6
09/01/2012	10,1	39,5
13/01/2012	10,5	42,6
17/01/2012	9	44
21/01/2012	10,1	39
25/01/2012	11,8	31,9
29/01/2012	10,3	37,3
02/02/2012	11,3	38
06/02/2012	10,9	43
10/02/2012	11,1	32,9
14/02/2012	10,6	37,1
18/02/2012	10,5	35,4
22/02/2012	10,1	40,2
26/02/2012	8,5	43,7

**Cuadro 5. Promedios de la variable altura de planta (cm)**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	26.033	27.616	25.333
Italiana	Nivel Alto de Humus	27.850	29.133	27.800
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	26.800	24.533	20.030
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	26.050	25.216	21.900
Italiana	Testigo	20.416	19.350	18.166
Boliviana	Nivel Medio de Humus	22.900	22.700	20.066
Boliviana	Nivel Alto de Humus	24.500	32.966	25.600
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	23.083	26.783	22.866
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	29.966	28.883	25.450
Boliviana	Testigo	23.700	20.733	20.266

**Cuadro 6. Promedios de la variable largo de hoja (cm)**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	9.850	11.533	9.916
Italiana	Nivel Alto de Humus	11.666	11.566	10.833
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	10.766	11.650	9.916
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	11.766	10.966	12.033
Italiana	Testigo	9.133	9.050	8.283
Boliviana	Nivel Medio de Humus	8.016	6.816	6.116
Boliviana	Nivel Alto de Humus	9.716	8.300	9.733
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	8.466	7.850	7.350
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	8.866	8.533	8.550
Boliviana	Testigo	4.000	4.133	5.066

**Cuadro 7. Promedios de la variable ancho de hoja (cm)**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	8.200	7.483	7.983
Italiana	Nivel Alto de Humus	9.400	8.866	8.400
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	7.950	7.466	6.366
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	8.416	6.100	7.466
Italiana	Testigo	6.150	5.766	6.150
Boliviana	Nivel Medio de Humus	4.233	3.850	3.400
Boliviana	Nivel Alto de Humus	5.516	4.383	4.700
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	3.316	4.150	3.700
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	4.666	4.216	4.066
Boliviana	Testigo	3.100	3.066	3.266

**Cuadro 8. Promedios de la variable número de hojas**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	77.666	55.000	49.500
Italiana	Nivel Alto de Humus	45.500	73.333	53.666
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	58.000	49.166	45.666
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	40.666	51.500	45.500
Italiana	Testigo	35.333	37.500	29.833
Boliviana	Nivel Medio de Humus	137.333	121.166	116.166
Boliviana	Nivel Alto de Humus	91.500	106.666	85.666
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	81.166	89.166	77.333
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	128.333	106.833	120.666
Boliviana	Testigo	49.500	53.833	55.833

**Cuadro 9. Promedios de la variable peso fresco (g)**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	47.776	44.095	42.790
Italiana	Nivel Alto de Humus	60.931	61.193	59.968
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	33.976	28.746	30.840
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	41.331	34.450	32.746
Italiana	Testigo	24.785	25.686	27.475
Boliviana	Nivel Medio de Humus	46.800	39.060	32.786
Boliviana	Nivel Alto de Humus	54.205	60.946	48.596
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	41.825	45.278	39.743
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	45.095	50.240	43.161
Boliviana	Testigo	34.228	40.760	39.438

**Cuadro 10. Promedios de la variable peso seco (g)**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	6.689	6.173	5.991
Italiana	Nivel Alto de Humus	8.530	8.567	7.396
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	5.786	5.823	5.758
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	6.757	6.024	6.584
Italiana	Testigo	3.970	3.866	3.847
Boliviana	Nivel Medio de Humus	7.552	7.468	6.590
Boliviana	Nivel Alto de Humus	9.589	9.092	8.003
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	6.456	6.939	6.744
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	7.753	7.074	8.643
Boliviana	Testigo	4.392	4.326	5.141

**Cuadro 11. Promedios de la variable rendimiento (kg/ha)**

<b>VARIETADES</b>	<b>NIVELES DE FERTILIZACION</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	7644,160	7055,200	6846,400
Italiana	Nivel Alto de Humus	9748,960	9790,880	9594,880
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	5436,160	4599,360	4934,400
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	6612,960	5512,000	5239,360
Italiana	Testigo	3965,600	4109,760	4396,000
Boliviana	Nivel Medio de Humus	7488,000	6249,600	5245,760
Boliviana	Nivel Alto de Humus	8672,800	9751,360	7775,360
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	6692,000	7244,480	6358,880
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	7215,200	8038,400	6905,760
Boliviana	Testigo	5476,480	6521,600	6310,080

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para altura de planta entre niveles de abonamiento**

<b>Niveles de abonamiento</b>	<b>Promedio Altura de la Planta (cm)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Nivel Alto de Humus</b>	27.975	A
<b>Nivel Alto de Té de Humus</b>	26.244	A
<b>Nivel Medio de Humus</b>	24.108	B
<b>Nivel Medio de Té de Humus</b>	24.016	B
<b>Testigo</b>	20.439	C

**Cuadro 13. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para altura de planta**

<b>Variedad</b>	<b>Niveles de abonamiento</b>	<b>Promedio Altura de la Planta (cm)</b>	<b>Desvío Estándar</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	26.3273333	1.16961375
Italiana	Nivel Alto de Humus	28.2610000	0.75558785
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	23.7876667	3.44599279
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	24.3886667	2.19521874
Italiana	Testigo	19.3106667	1.12551559
Boliviana	Nivel Medio de Humus	21.8886667	1.58164008
Boliviana	Nivel Alto de Humus	27.6886667	4.60327985
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	24.2440000	2.20151380
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	28.0996667	2.35770489
Boliviana	Testigo	21.5663333	1.86250432

**Cuadro 14. Prueba de Duncan para largo de hojas entre variedades**

<b>Variedad</b>	<b>Promedio Largo de Hoja (cm)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Italiana</b>	10.595	A
<b>Boliviana</b>	7.434	B

**Cuadro 15. Prueba de Duncan para largo de hojas entre niveles de abonamiento**

<b>Niveles de abonamiento</b>	<b>Promedio Largo de Hoja (cm)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Nivel Medio de Humus</b>	8.707	A
<b>Nivel Alto de Humus</b>	10.302	B
<b>Nivel Medio de Té de Humus</b>	9.333	C
<b>Nivel Alto de Té de Humus</b>	10.119	C
<b>Testigo</b>	6.610	D

**Cuadro 16. Prueba de Duncan para ancho de hojas entre variedades**

<b>Variedad</b>	<b>Promedio Ancho de Hoja (cm)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Italiana</b>	7.477	A
<b>Boliviana</b>	3.975	B

**Cuadro 17. Prueba de Duncan para ancho de hojas entre niveles de abonamiento**

<b>Niveles de abonamiento</b>	<b>Promedio Ancho de Hoja (cm)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Nivel Alto de Humus</b>	6.877	A
<b>Nivel Medio de Humus</b>	5.858	B
<b>Nivel Medio de Té de Humus</b>	5.821	B
<b>Nivel Alto de Té de Humus</b>	5.491	B
<b>Testigo</b>	4.583	C

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para número de hojas entre variedades**

<b>Variedad</b>	<b>Promedio Número de Hojas</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Italiana</b>	94.744	A
<b>Boliviana</b>	49.855	B

**Cuadro 19. Prueba de Duncan para número de hojas entre niveles de abonamiento**

Niveles de abonamiento	Promedio Número de Hojas	Duncan 5%
Nivel Medio de Humus	92.805	A
Nivel Alto de Té de Humus	82.250	B
Nivel Alto de Humus	76.055	C
Nivel Medio de Té de Humus	66.750	C
Testigo	43.639	D

**Cuadro 20. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para número de hojas**

Variedad	Niveles de Abonamiento	Promedio Número de Hojas	Desvío Estándar
Italiana	Nivel Medio de Humus	60.722000	14.9293956
Italiana	Nivel Alto de Humus	57.499667	14.3070515
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	50.944000	6.3563238
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	45.888667	5.4274474
Italiana	Testigo	34.222000	3.9523997
Boliviana	Nivel Medio de Humus	124.888333	11.0635571
Boliviana	Nivel Alto de Humus	94.610667	10.8400731
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	82.555000	6.0375461
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	118.610667	10.8963662
Boliviana	Testigo	53.055333	3.2373286

**Cuadro 21. Prueba de Duncan para peso fresco entre variedades**

Variedad	Promedio Peso Fresco (g)	Duncan 5%
Boliviana	44.144	A
Italiana	39.786	B

**Cuadro 22. Prueba de Duncan para peso fresco entre niveles de abonamiento**

Niveles de abonamiento	Promedio Peso Fresco (g)	Duncan 5%
Nivel Alto de Humus	57.640	A
Nivel Medio de Humus	42.218	B
Nivel Alto de Té de Humus	41.171	B
Nivel Medio de Té de Humus	36.735	C
Testigo	32.062	D

**Cuadro 23. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para peso fresco**

Variedad	Niveles de Abonamiento	Promedio Peso Fresco (g)	Desvío Estándar
Italiana	Nivel Medio de Humus	44.8870000	2.58563280
Italiana	Nivel Alto de Humus	54.5823333	6.18364054
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	31.1873333	2.63224340
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	36.1756667	4.54521730
Italiana	Testigo	25.9820000	1.36921036
Boliviana	Nivel Medio de Humus	39.5486667	7.01976818
Boliviana	Nivel Alto de Humus	60.6973333	0.64506305
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	42.2820000	2.79565609
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	46.1653333	3.65886189
Boliviana	Testigo	38.1420000	3.45347188

**Cuadro 24. Prueba de Duncan para peso seco entre variedades**

Variedad	Promedio Peso Seco (g)	Duncan 5%
Boliviana	7.050	A
Italiana	6.117	B

**Cuadro 25. Prueba de Duncan para peso seco entre niveles de abonamiento**

Niveles de abonamiento	Promedio Peso Seco (gr)	Duncan 5%
Nivel Alto de Humus	8.5295	A
Nivel Medio de Humus	6.7438	B
Nivel Alto de Té de Humus	6.7438	B
Nivel Medio de Té de Humus	6.2510	C
Testigo	4.2570	D

**Cuadro 26. Prueba de Duncan para el rendimiento entre variedades**

<b>Variedad</b>	<b>Promedio del Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Boliviana</b>	7063.1	A
<b>Italiana</b>	6365.7	B

**Cuadro 27. Prueba de Duncan para el rendimiento entre niveles de abonamiento**

<b>Niveles de abonamiento</b>	<b>Promedio del Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Duncan 5%</b>
<b>Nivel Alto de Humus</b>	9222.4	A
<b>Nivel Medio de Humus</b>	6754.9	B
<b>Nivel Alto de Té de Humus</b>	6587.3	B
<b>Nivel Medio de Té de Humus</b>	5877.5	C
<b>Testigo</b>	5129.9	C

**Cuadro 28. Análisis de la interacción variedades-niveles de abonamiento para el rendimiento**

<b>Variedad</b>	<b>Niveles de Abonamiento</b>	<b>Promedio del Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Desvío Estándar</b>
Italiana	Nivel Medio de Humus	7181.92000	413.70125
Italiana	Nivel Alto de Humus	8733.17333	989.38249
Italiana	Nivel Medio de Te de Humus	4989.97333	421.15894
Italiana	Nivel Alto de Te de Humus	5788.10667	727.23477
Italiana	Testigo	4157.12000	219.07366
Boliviana	Nivel Medio de Humus	6327.78667	1123.16291
Boliviana	Nivel Alto de Humus	9711.57333	103.21009
Boliviana	Nivel Medio de Te de Humus	6765.12000	447.30498
Boliviana	Nivel Alto de Te de Humus	7386.45333	585.41790
Boliviana	Testigo	6102.72000	552.55550

**Cuadro 29. Costos Variables para la producción de albahaca**

<b>COSTOS VARIABLES</b>														
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNID.</b>	<b>COSTO UNIT (Bs)</b>	<b>COSTO TOTAL (Bs)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
<b>NIVELES DE FERTILIZACIÓN</b>														
<b>Humus medio</b>	6,25	Kg	3,25	20,31	10,16	0,00	0,00	0,00	10,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Humus alto</b>	12,5	Kg	3,25	40,63	0,00	20,31	0,00	0,00	0,00	20,31	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Té de humus medio</b>	750	ml	0,01	7,50	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00
<b>Té de humus alto</b>	1500	ml	0,01	15,00	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00
<b>ALMACIGADO, TRANSPLANTE, PREPARACION DEL TERRENO Y LABORES CULTURALES</b>														
<b>Labores</b>	4	jornal	20	80	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Transporte</b>	1	viaje	40	40	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
					22,16	32,31	15,75	19,50	22,16	32,31	15,75	19,50	12,00	12,00

**Cuadro 30. Costos Fijos para la producción de albahaca**

<b>COSTOS FIJOS</b>														
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNID.</b>	<b>COSTO UNIT (Bs)</b>	<b>COSTO TOTAL (Bs)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
<b>INFRAESTRUCTURA</b>														
Carpa Solar	3	30 m2/mes	50	150	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>SEMILLAS</b>														
Variedad Boliviana	1	onza	12	12					2,4	2,4	2,4	2,4		2,4
Variedad Italiana	1	onza	15	15	3	3	3	3					3	
					18	18	18	18	17,4	17,4	17,4	17,4	18	17,4

**Cuadro 31. Presupuesto para la producción de albahaca (Bs/m<sup>2</sup>)**

<b>Trat.</b>	<b>Costos Variables</b>	<b>Costos Fijos</b>	<b>Costo Total (Bs)</b>	<b>Producción de Albahaca (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Precio kg (Bs)</b>	<b>Beneficio Bruto (Bs/m<sup>2</sup>)</b>
T1	36,156	29,5	65,656	0,718	60,000	43,092
T2	46,313	29,5	75,813	0,971	60,000	58,268
T3	29,750	29,5	59,250	0,547	60,000	32,839
T4	33,500	29,5	63,000	0,509	60,000	30,550
T5	36,156	28,9	65,056	0,416	60,000	24,943
T6	46,313	28,9	75,213	0,633	60,000	37,967
T7	29,750	28,9	58,650	0,788	60,000	47,279
T8	33,500	28,9	62,400	0,501	60,000	30,031
T9	26,000	29,5	55,500	0,589	60,000	35,359
T10	26,000	28,9	54,900	0,376	60,000	22,536

**Cuadro 32. Beneficio Neto (Bs) para la producción de albahaca**

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio Bruto (bs/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Costo Total (bs)</b>	<b>Beneficio Neto (bs)</b>
T1	86,183	65,656	20,527
T2	116,535	75,813	40,723
T3	65,677	59,250	6,427
T4	61,100	63,000	-1,900
T5	75,933	65,056	10,877
T6	94,558	75,213	19,346
T7	60,061	58,650	1,411
T8	70,717	62,400	8,317
T9	49,885	55,500	-5,615
T10	45,073	54,900	-9,827

**Cuadro 33. Composición del humus de lombriz**

<b>Componentes</b>	<b>Valores Medios</b>
Nitrógeno	1.95 – 2.2%
Fosforo	0.23 – 1.8%
Potasio	1.07 – 1.5%
Calcio	2.70 – 4.8%
Magnesio	0.3 – 0.81%
Hierro disponible	75 mg/l
Zinc	125 mg/kg
Manganeso	455 mg/kg
Boro	57.8 mg/kg
Carbono orgánico	22.53%
Materia seca	30-50%
C/N	11.55%
Ácidos Húmicos	2.57 g Eq/100mg
Hongos	1500 c/g
Levaduras	10 c/g
Actinomicetos total	170.000.000 c/g
Actinomicetos Quitinasa	100 c/g
Bacterias aeróbicas	460.000.000 c/g
Bacterias Anaeróbicas	450.000 c/g
Relación aer/anaeróbicas	1.:1000

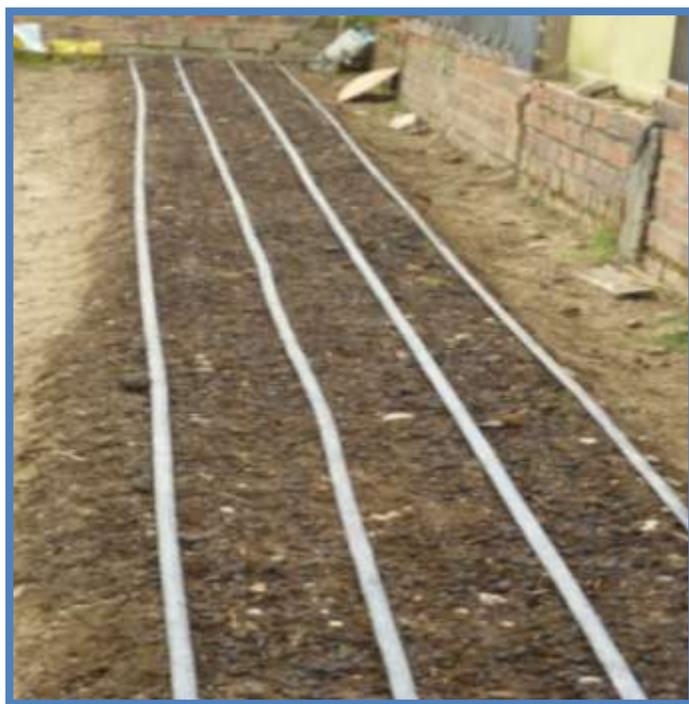
Fuente: [www.producción.com.ar/1997/97sep\\_15.htm](http://www.producción.com.ar/1997/97sep_15.htm)

**Cuadro 34. Composición del té humus de lombriz**

<b>Componentes</b>	<b>ppm</b>	<b>g/l</b>	<b>%</b>
Totales disueltos en el producto	340	340	34
Precipitados	20000	20	2
Solubles	320000	320	32
En suspensión	0	0	0
Carbono orgánico oxidable (Humus)	12000	12	14
Nitrógeno total	60000	60	6
Nitrógeno - Orgánico	46000	46	4.6
Nitrógeno - Amoniacal	3000	3	0.3
Nitrógeno - Nítrico	11000	11	1.1
Fosforo (P2O5)	35000	35	3.5
Potasio (K2O)	100000	100	10
Azufre	2.3200	2.32	0.23
Calcio	100	0.10	0.01
Magnesio (MgO)	75	0.07	0.0075
Hierro	40	0.04	0.004
Zinc	1000	1	0.10
Sodio	2000	2	0.20
Bicarbonatos (HCO3)	60000	60	6

Fuente: [www.producción.com.ar/1997/97sep\\_15.htm](http://www.producción.com.ar/1997/97sep_15.htm)

**Cuadro 35. Fotografía del área total de campo experimental**



**Cuadro 36. Fotografía de la instalación del riego por goteo**



**Cuadro 37. Fotografía del termómetro instalado en la carpa solar**





I B T E N

**MINISTERIO DE EDUCACION**

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

# ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : NATALI TERESA HERNANI MACHICADO  
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,  
Campus Universitario COTA COTA - UMSA

Nº SOLICITUD: 160 / 2011  
FECHA DE RECEPCION : 01 / Agosto / 2011  
FECHA DE ENTREGA : 19 / Agosto / 2011  
Nº Factura : 4659 - 11

Nº Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA	GRAVA %	CAMBIO DENSIDAD LIBRES g/ml	pH en agua 1.5	pH en KCl 1.5	C.E. dS/m 1.5	CATIONES DE CAMBIO ( meq / 100 gr suelo )					SAT. BAS. %	Materia orgánica %	Nitrogeno total %	Fósforo Atóm. ppm		
											Al+H	Ca	Mg	Na	K					TBI	CIC
722 /2011	Muestra de suelo	42	29	29	FY	21.4	P	1.5	7.57	0.246	0.10	7.25	0.63	3.55	0.40	11.50	11.92	99.2	1.73	0.12	9.43

**OBSERVACIONES.**  
\*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N, excepto calcio intercambiable extraído con Acetato de sodio 1 N.  
C.E. Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro.  
C.I.C. Capacidad de intercambio Cationico.  
T.B.I. Total de Bases de Intercambio.

**CARBONATOS LIBRES**

A Ausente  
P Presente  
PP Presente en  
gran cantidad

CLASE TEXTURAL  
F : Franco  
L : Limoso  
A : Arenoso

Y : Arcilloso  
YA : Arcilloso Arenoso  
FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso  
AF : Arenoso Franco  
FY : Franco Arcilloso

YL : Arcilloso Limoso  
FYL : Franco Arcilloso Limoso  
FL : Franco Limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHINGARA



## MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDADES DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

# ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: *LORENA TORREZ GARCIA*

NO SOLICITUD: *183 A/2012*

PROCEDENCIA: Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,

FECHA DE RECEPCION:

*14/Octubre/2012* ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA

FECHA DE ENTREGA:

*30/Octubre/2012*

UMSA

Nº Factura: *6002 / 12*

DESCRIPCION: *Muestra de suelo – tratamiento nivel alto de Humus de lombriz*

Nº Lab.	PARÁMETRO	Resultado	Unidades	Método
451-01 /2012	Nitrógeno total	0,30	%	Kjeldahl
451-02 /2012	Fosforo asimilable	39,54	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
451-03 /2012	Potasio intercambiable	0,85	meq/100 g	Emisión atómica
451-04 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	17,98	meq/100 g	Volumetría

OBSERVACIONES,- \*\* Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



# MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDADES DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: **LORENA TORREZ GARCIA**

NO SOLICITUD: **183 B/2012**

PROCEDENCIA: Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO, FECHA DE RECEPCION:

**14/Octubre/2012** ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA

FECHA DE ENTREGA:

**30/Octubre/2012**

UMSA

Nº Factura: **6002 / 12**

DESCRIPCION: *Muestra de suelo – tratamiento nivel medio de Humus de lombriz*

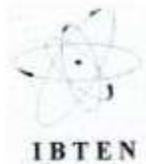
Nº Lab.	PARÁMETRO	Resultado	Unidades	Método
451-01 /2012	Nitrógeno total	0,28	%	Kjeldahl
451-02 /2012	Fosforo asimilable	21,67	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
451-03 /2012	Potasio intercambiable	18,64	meq/100 g	Emisión atómica
451-04 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	20,15	meq/100 g	Volumetría

OBSERVACIONES,- \*\* Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio 1 N.



**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

JORGE CHUNGARA C.



## MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDADES DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

### ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: **LORENA TORREZ GARCIA**

NO SOLICITUD: **B3 C/2012**

PROCEDENCIA: **Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,**

FECHA DE RECEPCION: **14/Octubre/2012**

**ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA**

FECHA DE ENTREGA: **30/Octubre/2012**

**UMSA**

**N° Factura: 6002 / 12**

DESCRIPCION: *Muestra de suelo – tratamiento nivel alto de Té de Humus de lombriz*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
451-01 /2012	Nitrógeno total	0,20	%	Kjeldahl
451-02 /2012	Fosforo asimilable	18,64	ppm	Espectrofotometria UV-Visible
451-03 /2012	Potasio intercambiable	0,71	meq/100 g	Emisión atómica
451-04 /2012	Capacidad de intercambio Catiónico	18,27	meq/100 g	Volumetría

OBSERVACIONES.- \*\* Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio 1 N.



**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

JORGE CHUNGARA C.



## MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDADES DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

### ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: *LORENA TORREZ GARCIA* NO SOLICITUD: *183 D/2012*  
PROCEDENCIA: Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO, ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA UMSA  
FECHA DE RECEPCION: *14/Octubre/2012*  
FECHA DE ENTREGA: *30/Octubre/2012*  
N° Factura: *6002 / 12*

DESCRIPCION: *Muestra de suelo – tratamiento nivel medio de Té de Humus de lombriz*

N° Lab.	PARÁMETRO	Resultado	Unidades	Método
451-01 /2012	Nitrógeno total	0,17	%	Kjeldahl
451-02 /2012	Fosforo asimilable	20,76	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
451-03 /2012	Potasio intercambiable	0,52	meq/100 g	Emisión atómica
451-04 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	16,38	meq/100 g	Volumetría

OBSERVACIONES,- \*\* Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.



## MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDADES DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

### ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: **LORENA TORREZ GARCIA** NO SOLICITUD: **163 E/2012**  
PROCEDENCIA: **Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,** FECHA DE RECEPCION: **14/Octubre/2012**  
**ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA** FECHA DE ENTREGA: **30/Octubre/2012**  
**UMSA** N° Factura: **6002 / 12**

DESCRIPCION: *Muestra de suelo – tratamiento Testigo*

N° Lab.	PARÁMETRO	Resultado	Unidades	Método
451-01 /2012	Nitrógeno total	0,14	%	Kjeldahl
451-02 /2012	Fosforo asimilable	9,32	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
451-03 /2012	Potasio intercambiable	0,46	meq/100 g	Emisión atómica
451-04 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	15,03	meq/100 g	Volumetría

OBSERVACIONES,- \*\* Potasio intercambiable extraído con Acetato de sodio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.