

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



**TESIS DE GRADO**

**APLICACIÓN DEL VIGORTOP EN EL CULTIVO DE TOMILLO  
(*Thymus vulgaris* L.) EN AMBIENTE PROTEGIDO EN VENTILLA,  
MUNICIPIO DE ACHOCALLA**

**PRESENTADO POR:**

**DELIA DORIZ CHIPANA ROCHA**

**La Paz – Bolivia**

**2015**

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

**APLICACIÓN DEL VIGORTOP EN EL CULTIVO DE TOMILLO (*Thymus vulgaris*  
L.) EN AMBIENTE PROTEGIDO EN VENTILLA, MUNICIPIO DE ACHOCALLA**

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

Delia Doriz CHIPANA ROCHA

**Asesores:**

**Ing. Ph. D. Carmen DEL CASTILLO GUTIÉRREZ** .....

**Ing. M. Sc. Celia María FERNÁNDEZ** .....

**Comité Revisor:**

**Ing. M. Sc. Eduardo CHILON CAMACHO** .....

**Ing. M. Sc. Freddy PORCO CHIRI** .....

**Ing. Carlos MENA HERRERA** .....

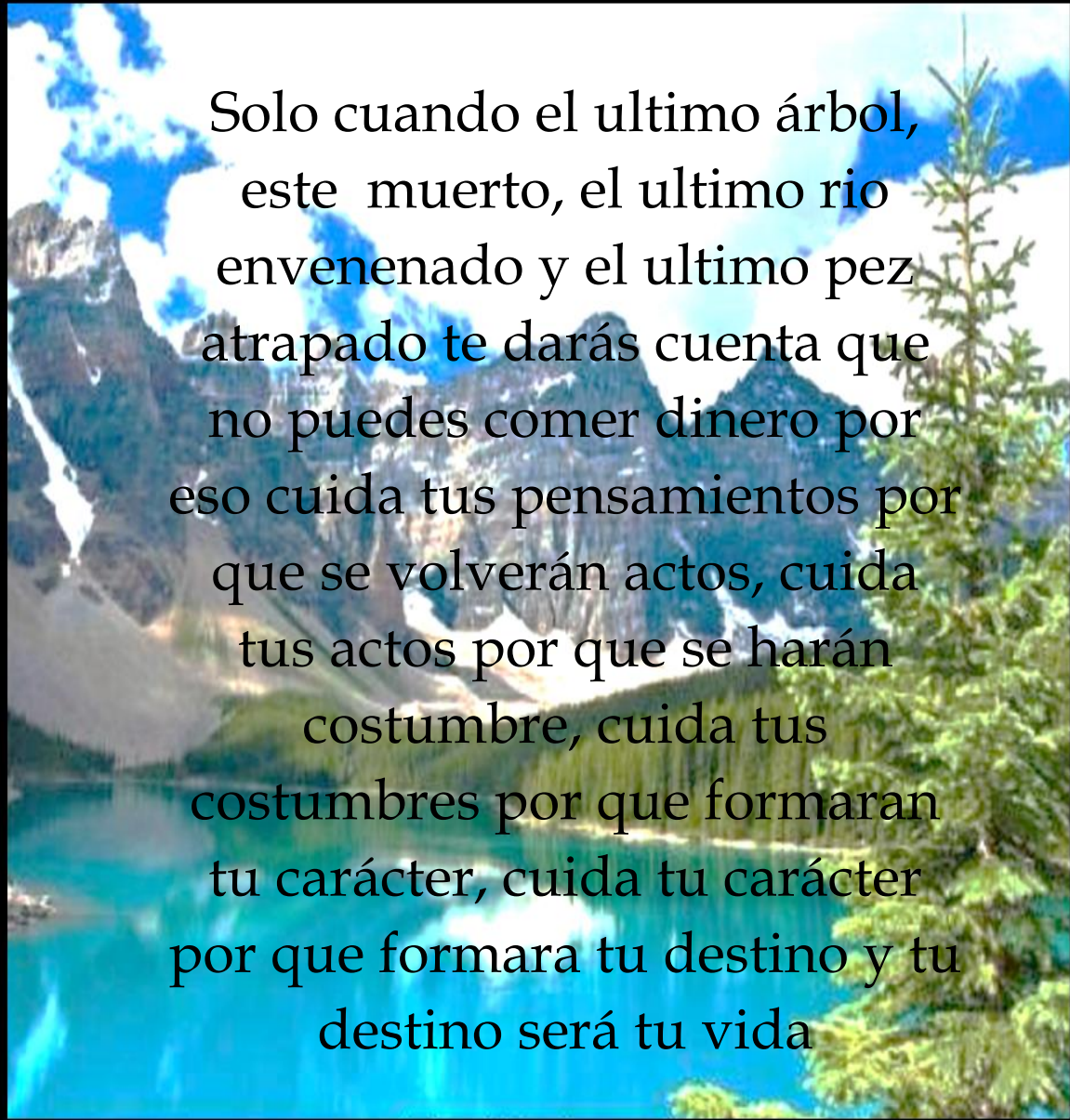
**APROBADA**

**Presidente del tribunal**

.....

## CONTENIDO GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice General.....	III
Índice de figuras .....	IX
Índice de cuadros.....	X
Índice de anexos.....	XII
Resumen.....	XIV
Summary.....	XV



Solo cuando el ultimo árbol,  
este muerto, el ultimo rio  
envenenado y el ultimo pez  
atrapado te darás cuenta que  
no puedes comer dinero por  
eso cuida tus pensamientos por  
que se volverán actos, cuida  
tus actos por que se harán  
costumbre, cuida tus  
costumbres por que formaran  
tu carácter, cuida tu carácter  
por que formara tu destino y tu  
destino será tu vida



**DEDICATORIA**

**Con todo mi amor y respeto a mis padres:  
Pedro Chipana Mamani a mi madre Francisca Rocha Tarqui, por su  
esfuerzo, confianza y apoyo para llegar a concluir una de mis metas  
importantes, también va dedicado.**

**A mis apreciados hermanos Omar y Fernando que siempre me  
dieron su apoyo incondicional.**

**A toda mi familia.**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer sobre todo a Dios, por su infinita bondad, por la vida, por estar conmigo en cada paso que doy, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente, por poner en mí camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Un agradecimiento infinito a mis padres Pedro y Francisca, por la motivación constante, por su paciencia conmigo que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, y a todo el plantel docente por haber permitido mi formación académica.

Por otro lado a la Granja de Ventilla, por permitirme realizar el trabajo de campo en sus predios, en especial al Ing. Héctor Vélez Camargo por la confianza y apoyo.

A mis asesoras, Ing. Ph. D. Carmen Del Castillo, Ing. M. Sc. Celia Fernández, por el tiempo que me brindaron, por su apoyo profesional de forma constante de forma desinteresada para la culminación del presente estudio.

A mis revisores, Ing. M. Sc. Eduardo Chilon, Ing. M. Sc. Freddy Porco, Ing. Carlos Mena, por sus observaciones, sugerencias, colaboración y corrección del presente trabajo.

Un agradecimiento muy especial a mí querido y apreciado amigo Ingeniero Nelson, Ingeniero Juan Carlos y al Ingeniero Braulio, quienes me brindaron su apoyo incondicional y desinteresado, y a todas las personas que de alguna u otra forma me ayudaron en algún momento.

A todos ellos mis más sinceros agradecimientos.

Delia D. Chipana Rocha

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
3.1. Tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> L.).....	4
3.1.1. Origen e importancia del cultivo de tomillo.....	4
3.2. Producción de tomillo.....	5
3.3. Características generales del Tomillo.....	5
3.3.1. Descripción botánica de la planta.....	5
3.3.2. Clasificación taxonómica.....	8
3.3.3. Fotoperiodo y luz.....	9
3.2.4. Fenología del tomillo.....	9
3.3.5. Composición química.....	10
3.3.6. Especies.....	11
3.3.7. Importancia del tomillo.....	11
3.3.8. Condiciones agroecológicas del cultivo de tomillo.....	14

3.3.8.1.	Clima.....	14
3.3.8.2.	Altitud.....	15
3.3.8.3.	Suelo.....	15
3.3.8.4.	Humedad.....	16
3.3.8.5.	Preparación del terreno.....	16
3.3.8.6.	Poda.....	16
3.3.8.7.	Control de malezas.....	17
3.3.8.8.	Aporque.....	17
3.3.8.9.	Riego.....	17
3.3.9.	Propagación de plantas.....	18
3.4.	Plagas y enfermedades.....	18
3.5.	Ambientes protegidos.....	20
3.5.1.	Aspecto físico del ambiente protegido.....	21
3.5.1.1.	Orientación.....	21
3.5.1.2.	Luminosidad.....	21
3.5.1.3.	Humedad y ventilación.....	21
3.5.2.	Tipos de ambientes protegidos.....	22
3.6.	Abonos orgánicos líquidos.....	22
3.6.1.	Vigortop.....	22



3.6.2.	Características del vigortop.....	23
3.6.3.	Bioestimulantes.....	23
3.6.4.	Ácidos húmicos y fulvicos.....	24
3.6.5.	Brasinoloides.....	25
3.7.	Factores que afectan la absorción foliar.....	25
<b>4.</b>	<b>LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1.	Ubicación geográfica.....	28
4.2.	Características agroecológicas de la zona.....	29
4.2.1.	Clima.....	29
4.2.2.	Suelo.....	29
4.2.3.	Vegetación.....	29
<b>5.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
5.1.	Materiales.....	30
5.1.1.	Material biológico.....	30
5.1.2.	Material orgánico.....	30
5.1.3.	Material de campo.....	30
5.1.4.	Material de laboratorio.....	30
5.2.2.	Material de gabinete.....	30
5.2.	Metodología.....	30

5.2.1.	Procedimiento experimental.....	30
5.2.2.	Diseño experimental.....	31
5.2.2.1.	Factor de estudio.....	33
5.2.3.	Área experimental.....	33
5.2.4.	Preparación de la almaciguera.....	34
5.2.5.	Siembra.....	35
5.2.6.	Preparación del terreno de campo.....	35
5.2.7.	Delimitación del terreno.....	35
5.2.8.	Trasplante.....	35
5.2.9.	Marbeteado de plantas.....	36
5.2.10.	Registro de temperatura.....	36
5.3.	Manejo del cultivo.....	36
5.3.1.	Escarda.....	36
5.3.2.	Refalle.....	36
5.3.3.	Deshierbe.....	36
5.3.4.	Riego.....	36
5.3.5.	Aporque.....	37
5.3.6.	Cosecha.....	37
5.4.	Variables de respuestas agronómicas.....	37

5.4.1.	Días a la emergencia.....	37
5.4.2.	Porcentaje de prendimiento.....	37
5.4.3.	Altura de planta.....	38
5.4.4.	Número de tallos laterales.....	38
5.4.5.	Número de nudos.....	38
5.4.6.	Área foliar.....	39
5.4.7.	Diámetro de tallo principal.....	39
5.4.8.	Días a la cosecha.....	39
5.4.9.	Evaluación del efecto del vigortop.....	39
5.4.10.	Rendimiento en materia verde.....	40
5.4.11.	Rendimiento en materia seca.....	41
5.4.12.	Evaluación económica de costos parciales.....	41
5.4.12.	Precio del producto.....	41
5.4.12.1.	Rendimiento ajustado.....	41
5.4.12.2.	Beneficio bruto.....	41
5.4.12.3.	Beneficio neto.....	42
5.4.12.4.	Relación beneficio/costo.....	42
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
6.1.	Temperaturas Máximas y Mínimas en el Ambiente Protegido (Walipini).....	43

6.2.	Comportamiento Agronómico del Cultivo.....	44
6.2.1.	Fases del cultivo.....	44
6.2.2.	Porcentaje de prendimiento.....	44
6.3.	Respuestas agronómicas del cultivo durante el crecimiento.....	45
6.3.1.	Altura de planta.....	45
6.3.2.	Número de tallos laterales.....	47
6.3.3.	Número de nudos.....	50
6.3.4.	Área foliar.....	53
6.3.5.	Diámetro de tallo principal.....	58
6.3.6.	Días a la cosecha.....	60
6.3.7.	Rendimiento de materia verde.....	60
6.3.8.	Rendimiento de materia seca.....	61
6.4.	Evaluación económica de costos parciales.....	63
6.4.1.	Precio del producto.....	63
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Distribución del tomillo ( <i>Thimus vulgaris</i> L.) en la Península Ibérica, Europa.....	4
Figura 2. Morfología de la planta de tomillo.....	7
Figura 3. Planta de tomillo.....	8
Figura 4. Fases fenológicas del cultivo de tomillo.....	10
Figura 5. Mapa de ubicación de la granja Ventilla.....	28
Figura 6. Distribución de las unidades experimentales.....	32
Figura 7. Croquis de la unidad experimental.....	34
Figura 8. Medición de altura de planta.....	38
Figura 9. Medición de diámetro de tallo principal.....	39
Figura 10. Aplicación del vigortop.....	40
Figura 11. Peso de la planta de tomillo.....	40
Figura 12. Promedio de temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales en el ambiente protegido (Walipini).....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Vitaminas/100 g de tomillo.....	12
Cuadro 2. Valor nutricional del tomillo/100 g.....	13
Cuadro 3. Temperatura adecuada para el cultivo de tomillo.....	15
Cuadro 4. Detalle de los tratamientos con el factor de estudio.....	33
Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura de planta.....	45
Cuadro 6. Prueba Duncan para la altura de planta.....	46
Cuadro 7. Análisis de varianza para los tallos laterales.....	47
Cuadro 8. Prueba Duncan para los tallos laterales.....	48
Cuadro 9. Análisis de varianza para los tallos laterales/ha.....	49
Cuadro 10. Prueba Duncan para los tallos laterales/ha.....	49
Cuadro 11. Análisis de varianza para el número de nudos.....	50
Cuadro 12. Prueba Duncan para el número de nudos.....	51
Cuadro 13. Análisis de varianza para el número de nudos/ha.....	52
Cuadro 14. Prueba Duncan para el número de nudos/ha.....	52
Cuadro 15. Análisis de varianza para el área foliar primera etapa.....	53
Cuadro 16. Prueba Duncan para el área foliar primera etapa.....	54
Cuadro 17. Análisis de varianza para el área foliar segunda etapa.....	55
Cuadro 18. Prueba Duncan para el área foliar segunda etapa.....	55
Cuadro 19. Análisis de varianza para el área foliar tercera etapa.....	56
Cuadro 20. Prueba Duncan para el área foliar tercera etapa.....	57

Cuadro 21. Análisis de varianza para el diámetro de tallo principal.....	58
Cuadro 22. Prueba Duncan para el diámetro de tallo principal.....	59
Cuadro 23. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde.....	60
Cuadro 24. Prueba Duncan para el rendimiento de materia verde.....	61
Cuadro 25. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca.....	62
Cuadro 26. Prueba Duncan para el rendimiento de materia seca.....	62
Cuadro 27. Costos variables de los tratamientos (Bs/ha).....	64
Cuadro 28. Relación beneficio/costo del cultivo de tomillo.....	65
Cuadro 29. Análisis económico expresado en \$/ha del cultivo de tomillo.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Características morfológicas del tomillo.....	79
Anexo 2. Datos climáticos de precipitación de Ventilla.....	80
Anexo 3. Datos climáticos de temperatura de Ventilla.....	80
Anexo 4. Análisis físico y químico del suelo de ventilla.....	81
Anexo 5. Análisis de suelo en los predios del laboratorio de la facultad de Agronomía.....	81
Anexo 6. Análisis físico químico de suelos.....	82
Anexo 7. Preparación del almacigo.....	83
Anexo 8. Preparación del terreno de campo definitivo.....	83
Anexo 9. Nivelado del suelo.....	83
Anexo 10. Colocado de malla milimétrica.....	83
Anexo 11. Trasplante de los plantines de tomillo.....	84
Anexo 12. Marbeteado de los plantines de estudio.....	84
Anexo 13. Escarda.....	84
Anexo 14. Tomillo en floración.....	85
Anexo 15. Cosecha separada por tratamientos.....	85
Anexo 16. Empaquetado del tomillo.....	85



Anexo 17.	Producto final para la venta en fresco.....	85
Anexo 18.	Fotografías de tomillo de inicio.....	86
Anexo 19.	Fotografías procesadas en photoshop.....	86

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en predios de la Granja de Ventilla del Municipio de Achocalla, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de la aplicación del vigortop en el cultivo de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en ambiente protegido (Walipini). El diseño experimental aplicado al trabajo fue de bloques completamente al azar, se tuvieron un total de doce tratamientos y cuatro repeticiones.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: días a la emergencia, porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de ramas laterales, número de nudos, área foliar (cm<sup>2</sup>), diámetro de tallo principal (cm), efecto del vigortop, días a la cosecha, rendimiento en materia verde y rendimiento en materia seca.

Las temperaturas al interior del ambiente protegido (Walipini) estuvieron entre 15 a 20 °C, con una mínima de 9 °C y con una máxima de 35 °C, las cuales permitieron el establecimiento y crecimiento adecuado del tomillo.

De acuerdo a los análisis estadísticos se observó que las distintas dosis de aplicación de vigortop tuvieron influencia en el rendimiento del cultivo a una misma densidad de trasplante, con lo que se llegó a concluir que la densidad de trasplante tiene un comportamiento indiferente con cada dosis de aplicación del producto.

Económicamente en relación al beneficio costo (B/C) se obtuvo que con la dosis de aplicación de un 15% (T2) por cada unidad monetaria invertido este se recupera y además se gana 6,60 Bs; con la dosis de aplicación de un 8% de vigortop (T3) se obtiene un retorno de 3,84 Bs, por cada unidad monetaria invertida, ambos valores son superiores al B/C que presenta el testigo (T1) con el cual se recibe 2,25 Bs de unidad monetaria invertido por lo tanto se recomienda el T2 por tener un mayor beneficio costo.

## SUMMARY

This study was conducted in farms of Ventilla Farm Town ship Achocalla, had as main objective to evaluate the effect of applying vigortop in the cultivation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) in protected environment (Walipini). The experimental design was applied to work completely randomized block twelve treatments and four replications were taken.

The response variables were evaluated: days to emergence, percentage of seizure, plant height, number of lateral branches, number of nodes, leaf area (cm<sup>2</sup>), main stem diameter (cm), vigortop effect, day's harvest, and yield of green matter and dry matter yield.

Temperatures inside the protected environment (Walipini) were between 15-20 °C, with a minimum of 9 °C and a maximum of 35 °C, which allowed the establishment and proper growth of thyme.

According to statistical analysis it showed that different application rates vigortop had influence on the crop yield at a same density transplant, which was reached the conclusion that the density of transplant has an indifferent behavior with each dose of product application.

Benefit economically relative to cost (B/C) was obtained with the application rate of 15% (T2) for every dollar invested this is recovered and also earns 6.60 Bs.; with the application rate of 8% vigortop (T3) a return of 3.84 Bs. is obtained for each monetary unit invested, both values are greater than the B/C presented by the witness (T1) with which it is received 2.25 Bs. monetary unit invested T2 therefore recommended to have a higher benefit costs.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tomillo es uno de los cultivos aromáticos principales, sin embargo, tiene escasa difusión en nuestro país, aunque puede tener un desarrollo potencial debido a las perspectivas comerciales en el mercado local como internacional.

Tomando en cuenta las características agro-climáticas del Altiplano boliviano que en su mayoría son adversas, las cuales limitan el cultivo de muchas especies, el agricultor busca opciones de diversificar su producción y siendo también una alternativa la especie requerida en el mercado como es el cultivo del tomillo (*Thymus vulgaris* L.).

Respecto a los biofertilizantes líquidos son abonos que aportan nutrientes para sostener y recuperar la vida del suelo, planta y del medio ambiente, fortalecen el equilibrio nutricional y la resistencia a factores externos como plagas, enfermedades, de esta manera van mejorando el rendimiento de la producción.

El vigortop es un abono líquido que promueve el crecimiento, el aumento y fortalecimiento de la raíz, el follaje y mejora la tasa fotosintética (PROINPA, 2014).

Por otra parte la agricultura ecológica es ambientalmente sana, económicamente viable, socialmente justa y culturalmente aceptable. Es un sistema de producción que rescata y emplea el uso de abonos orgánicos, rotación de cultivos, así respetando la naturaleza del suelo, aire, agua, bosques, hombre y su cultura; limitando su degradación de las mismas garantizando la sostenibilidad la producción, regulación del medio ambiente, seguridad alimentaria y sobre todo la salud (AOPEB, 2001).

En la actualidad existen ambientes protegidos destinados a la producción de hortalizas, sin embargo es necesario analizar el comportamiento de especies que sean rentables como son las plantas aromáticas y de preferencia el tomillo el cual posee múltiples utilidades como ser industriales, gastronómicas y farmacéuticas.

En un estudio anterior del cultivo de tomillo con incorporaciones de abono tuvo una adaptabilidad adecuada en la granja de ventilla bajo ambiente protegido dando como resultado una buena producción en materia verde y desarrollo del cultivo.

La planta de tomillo fue introducida a Bolivia en las zonas de Entre Ríos (Caranavi) obteniendo un buen comportamiento. El cultivo fue implantado en surcos separados a 60 x 45 cm entre sí, siendo la densidad de plantas variable en el terreno según la zona, clima, tipo de suelo, origen de la semilla y división de matas (Fundación Uñatawi, 2003).

El presente estudio generara información acerca de la aplicación del vigortop (abono foliar), que permitirá optimizar la producción del tomillo en ambientes protegidos. Así mismo, dar conocimiento acerca del cultivo de tomillo frente a la fertilización orgánica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la aplicación del vigortop en el cultivo de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en ambiente protegido en la granja de Ventilla, municipio de Achocalla.

### **2.2. Objetivos específicos**

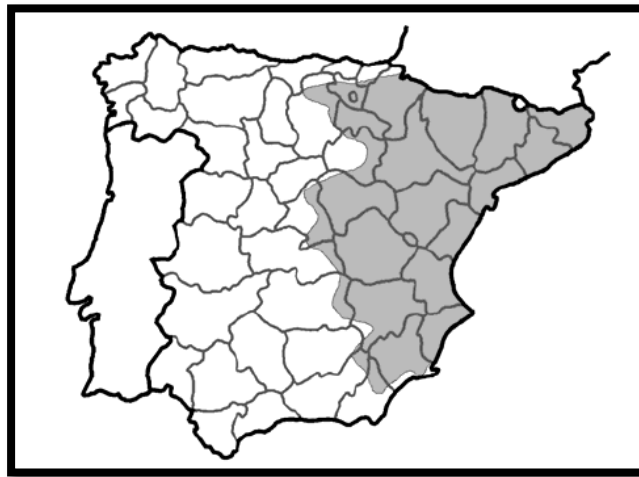
- Evaluar la influencia del bioestimulante vigortop sobre las características agronómicas de las plantas de tomillo.
- Determinar la dosis adecuada en la aplicación del vigortop al follaje en el desarrollo de las plantas de tomillo.
- Comparar el rendimiento de los tratamientos en estudio.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Tomillo (*Thymus vulgaris* L.)

##### 3.1.1. Origen e importancia del cultivo de Tomillo

El Tomillo es originario del sur de Europa y norte de África, ya que existe mayor número de tipos y formas de géneros *Thymus*, y se cultiva en casi todo el mundo. La distribución del tomillo en la península Ibérica se presenta en la figura 1. (Gómez, 2006).



**Figura 1. Distribución del tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en la Península Ibérica, Europa.**

Crespo (1989), sostiene que no está bien definido su lugar de origen y que la mayor parte de los investigadores del mundo, aceptan como valedera la teoría que el tomillo tiene como origen la costa sud española bañada por el mar Mediterráneo, comprendido entre las provincias de Cataluña, Valencia, Murcia, Andalucía e Islas Baleares. Asimismo, el tomillo se cultiva en Argentina, Colombia, Perú, Venezuela y otros países latinoamericanos.

INFOAGRO (2010), menciona que el origen del tomillo se remonta al Antiguo Egipto, donde era empleado como unguento en embalsamamientos y quemado como purificador del aire durante las epidemias. Los griegos también conocieron sus propiedades medicinales para los males del pecho, como antiséptico o contra los dolores articulares.

### **3.2. Producción de tomillo**

La principal producción de tomillo está en Europa, en países como: España 49%, Turquía 27%, Marruecos 7%, Israel 6% y Francia 3% y otros con el 7%.

En los últimos años el origen de la producción de tomillo es de países como: Israel 20%, India 14%, Colombia 11%, China 6%, Brasil 6%, entre otros como Perú, Costa Rica, Pakistán, Tailandia, Filipinas participan con menos del 43% (CCI, 2006).

El mismo autor menciona que a nivel latinoamericano el tomillo se cultiva con fines industriales en varios países entre otros están: Estados Unidos, México, Argentina, Costa Rica, Colombia, Brasil, Ecuador, Perú. En Colombia con el plan hortícola nacional (PHN), se realizaron estudios en el cultivo de tomillo y sus resultados del rendimiento por cosecha fue un promedio de 3 t/ha por corte y su destino final fue el mercado local, para consumo en fresco.

Ecuador amplió progresivamente sus áreas de cultivo, desde hace varios años existiendo interés en la producción del tomillo como cultivo comercial en la región interandina, en la cual es posible encontrar condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de este cultivo con fines de industrialización para mercados locales y de exportación (AGROCALIDAD, 2013).

### **3.3. Características generales del Tomillo**

Tomillo es el nombre común con el que se conoce a las plantas del género *Thymus*, perteneciente a la familia de las *Lamiaceae*. Especie que se emplea como condimento, planta medicinal, en cosmetología y sobre todo su componente principal es la esencia de sus hojas que contiene timol y su isómero carvacrol, propiedades que le proporcionan una capacidad antiviral principalmente.

#### **3.3.1. Descripción botánica de la planta**

Herbotecnia (2012), menciona que el tomillo es un pequeño sub arbusto que generalmente no supera los 0,30 m de altura. Tallo ascendentes, cuadrangulares. Las hojas son lineales aunque variadas en sus formas, naciendo en las zonas bajas del tallo y en las más altas. Las flores están reunidas en formación similar a las espigas, el fruto está constituido por cuatro aquenios óvalos.

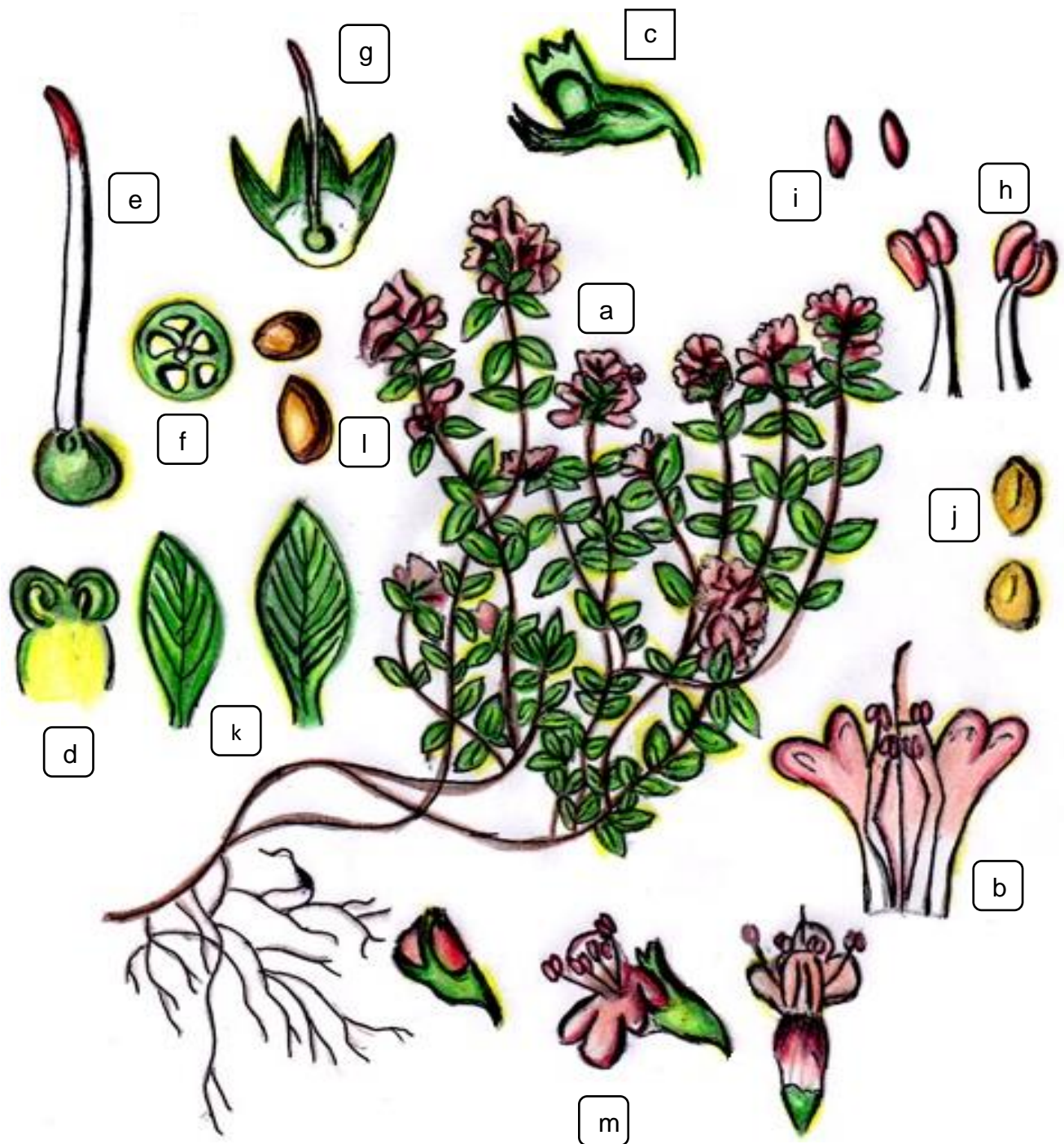


El tomillo es una planta vivaz, posee flores bilabiadas y están agrupadas en la extremidad de las ramas formando una especie de capítulo terminal el cáliz algo giboso más largos con pelos en sus bordes y de color rojizo. La corola un poco más larga que el cáliz, con el labio superior erguido y el inferior trilobulado y de color blanquecino o rosado, los cuatro estambres sobresalen de la corola y el fruto es un tetraquenio de color marrón (Muñoz, 1996).

Dapkevicius *et al.* (2002), mencionan que el tomillo es una planta aromática con las siguientes características:

- **Tallo**, más o menos leñoso en forma de matas, polimorfa de 0,10 a 0,40 m de altura, las especies con tallos radicales pueden llegar a formar céspedes que cubren grandes extensiones, desarrollan exteriormente una pequeña corteza, los tomillos atendiendo a su forma biológica son caméfitos rastreros.
- **Hojas**, lineares, entre 4 y 8 mm; oblongas opuestas, con el peciolo o sus márgenes revueltos hacia abajo y blanquecinas por su envés, suele ser frecuente en este género la presencia de cilios, que se sitúan en el borde de las hojas, generalmente sólo en la base de éstas.
- **Flor**, las flores se modifican muchas veces y tienen entonces aspecto diferente del de las hojas vegetativas. Éstas son las llamadas brácteas u hojas florales, de color rosado o blanco, axilares y agrupadas en la extremidad de las ramas en una especie de capítulo terminal, las corolas son algo más largas que los cálices.
- **Fruto y semilla**, el fruto es un tetraquenio, lampiño, de color marrón con cuatro semillas, las semillas de esta especie son pequeñas nuececillas (P1000 = 0,260 gr), el endospermo es escaso o ausente.

La planta de tomillo se presenta a continuación en las figuras 2 y 3, y las características morfológicas de la planta de tomillo a detalle se observan en el Anexo1.



**Figura 2. Morfología de la planta de tomillo (Chipana, 2015 después Gómez, 2006). Dónde: a. rama en floración; b. corte longitudinal de la flor; c. cáliz; d. corte longitudinal del ovario; e. pistilo; f. corte transversal del ovario; g. corte longitudinal del cáliz; h. estambres; i. anteras; j. semilla; k. hojas; l. fruto; m. desarrollo de la inflorescencia.**



**Figura 3. Planta de tomillo (INFOAGRO, 2010)**

### **3.3.2. Clasificación taxonómica**

La forma más elemental de agrupar a las plantas aromáticas y al mismo tiempo una de las más importantes, es la clasificación taxonómica de los individuos. Torrente (1985), clasifica al género *Thymus* como sigue:

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>División</b>	: Magnoliophyta
<b>Clase</b>	: Magnoliopsida
<b>Sub clase</b>	: Asteridae
<b>Orden</b>	: Lamiales
<b>Familia</b>	: Lamiaceae
<b>Género</b>	: <i>Thymus</i>
<b>Especie</b>	: <i>Vulgaris</i>
<b>Nombre común:</b>	Tomillo

El mismo autor menciona que los tomillos son un grupo de plantas muy interesante desde el punto de vista taxonómico. Este interés se debe a que pertenecen a una familia (Lamiaceae) que es bastante joven y cuya diversificación se debe a cambios evolutivos cercanos.

### **3.3.3. Fotoperiodo y luz**

Según Villagran (1994) el fotoperiodo se refiere a la duración de horas luz que tiene un día, también denominado “largo el día”, y como se ha visto es otro factor de influencia en la formación, crecimiento vegetativo, desarrollo, tamaño de hojas, así como de la calidad y cantidad de frutos.

Las diferencias en cuanto a la aparición de hojas, fecha de floración y a la duración de las fases de crecimiento y desarrollo son atribuidas al fotoperiodo. Durante la fase reproductiva el fotoperiodo deja de tener influencia y comienza a tener importancia la intensidad y la calidad de la luz, por tanto un sombreo en plantas jóvenes produce un alargamiento del tallo y reduce la superficie foliar (Cortés, 2005).

Cranko (2010), menciona que la luz influye en su crecimiento y desarrollo, el cual varía en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Al principio, en la formación de las hojas, el fotoperiodo, acelera o retrasa el desarrollo del tomillo, si la duración del día es corta, los tallos crecen muy alargados y la superficie foliar disminuye. Muchos cultivares pueden adelantar o retrasar más de 8 a 15 días la fecha de floración como respuesta al fotoperiodo.


### **3.3.4. Fenología del tomillo**

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente (BURD, 1993).

El mismo autor menciona que una fase fenológica viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica.

Según Claro (1985), la realización de las observaciones fenológicas, es la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

En la figura 4 se puede observar la fenología del cultivo de tomillo.



Brotación	Crecimiento vegetativo	Botón floral	Floración	Maduración
Aparecen los primeros brotes vegetativos.	Las plantas continúan creciendo, se cubren de abundantes hojas y nuevas ramillas.	Momento en el que aparecen los primeros botones florales.	Aparecen las primeras flores, es muy importante porque determina el momento del corte o cosecha	Ocurre después de la floración las hojas basales tienden a caerse.

**Figura 4. Fases fenológicas del cultivo de tomillo (Fuentes y Granda, 1984).**

Según Fuentes y Granda (1984), la planta de tomillo y en particular (*Thymus vulgaris* L.), florece de abril, junio a agosto, prolongándose hasta septiembre en algunas ocasiones.

### 3.3.5. Composición química

García *et al.* (1992), indican que la planta de tomillo químicamente está compuesto por timol en un 70% y carvacrol en un 20%, también contiene otros componentes como ser el simeno, terpenos, linalol, borneol y sus esterés acéticos.

El mismo autor menciona que el tomillo posee aceites esenciales los cuales son mezclas complejas posee timol, pero además de estar compuesto por alcoholes, terpenos, flavonoides, ácidos – fenoles. Contiene vitamina B1, vitamina C, manganeso, taninos y triterpenoides.

Los terpenoides son, en la mayoría de los casos, los componentes más abundantes en los aceites esenciales y los que les proporcionan sus propiedades más características. Los compuestos terpénicos proceden de la condensación del isopreno (isopentenil difosfato), que son unidades de 5 carbonos (Little y Croteau, 1999).

Los componentes químicos de los aceites esenciales dependen de varios factores. En primer lugar estaría el origen botánico, ya que cada especie posee una composición química e incluso dentro de una misma especie podemos encontrar varias razas químicas (quimiotipos). Las características cuantitativas y cualitativas de una especie varían según la fase del ciclo vegetativo en que se encuentre (Bruneton, 2001).

### **3.3.6. Especies**

Torrente (1985), indica que el género *Thymus* posee cerca de 350 especies entre las especies más conocidas y que presentan una mayor propagación y aprovechamiento se encuentran: *Thymus zizis*, también conocido como tomillo salsero, es abundante presenta un interés comercial y volumen de aprovechamiento; *Thymus hyemalis*, su recolección es en febrero y marzo, tiene optimas cualidades melíferas este tomillo es de un porte erguido y flor morada el más temprano en su floración.

- ***Thymus vulgaris***: es un tomillo de un porte ligeramente superior, de flor rosa y de mayor interés comercial.

La especie de tomillo (*Thymus vulgaris*), toda la planta desprende un fuerte aroma esto se debe a que esta provista de glándulas esenciales, resistente a las heladas y sequias, pero no el encharcamiento (Orozco, 1999).

### **3.3.7. Importancia del tomillo**

- **Uso en la cocina**

El tomillo es utilizado como condimento en la cocina sobre todo en las carnes y sopas, la esencia de la planta abre el apetito, siendo muy interesante en casos de anorexia.

La planta de tomillo posee diversas vitaminas aun cuando este seco el tomillo (cuadro 1).

**Cuadro 1. Vitaminas/100 g de tomillo**

<b>Tomillo seco:</b>	<b>Vitaminas</b>
Vitamina C	50 mg
Vitamina B1	0,513 mg
Vitamina B2	0,399 mg
Vitamina B3	4,94 mg
Vitamina B6	0,55 mg
Vitamina B9	0,274 mg
Vitamina B7	43,6 mg
Vitamina E	7,48 mg
Vitamina K	1.714 mg

**Fuente:** SAGPyA (2008).

- **Uso medicinal**

Bravo (1998), menciona que el tomillo favorece la digestión, evita los espasmos gástricos e intestinales. Aplicado en forma de tópicos y gárgaras da buenos resultados en tos, bronquitis, traqueítis, amigdalitis y otras afecciones pulmonares la. Pertenece a la familia de la menta por lo que es comúnmente usado para curar todos los problemas respiratorios como el asma.

Tinghino (1997), indica que el tomillo posee una acción antibiótica, especialmente sobre las bacterias Gram positivas, sobre el microbio de la difteria y estafilococos eschericia coli.

El mismo autor menciona que el tomillo es una planta rica en hierro, aumenta la secreción bronquial del aparato respiratorio, ejerciendo al mismo tiempo una acción desinfectante.

Es buen remedio para la ciática, aplicado sobre la piel, las compresas embebidas en infusión concentrada de tomillo, a razón de 25 g por 750 cc de agua, alivian la ciática y los dolores de origen reumático.



El valor nutritivo del tomillo por cada 100 g se muestra en el cuadro 2. (Bravo, 1998).

**Cuadro 2. Valor nutricional del tomillo/ 100 g**

Componente	Contenido	Unidad
Agua	7,3	g
Carbohidratos	55,8	g
Proteínas	20	g
Lípidos	4,4	g
Fibra	1,9	g
Cenizas	12,6	g
Calcio	1.784	mg
Fosforo	543	mg
Yodo	49	mg
Magnesio	451	mg
Potasio	3.308	mg
Sodio	208	mg
Zinc	3	mg
Niacina	3	Kcal
Energía	253	Trazas
Otras vitaminas	Trazas	

**Fuente:** Bravo (1998).

- **Uso industrial**

La FUNDACION UÑATAWI (2003), indica que en la rama industrial se emplea el tomillo para preparar jabones, sales, espumas de baño, dentífricas y repelentes de insectos además de ser empleados como desinfectante en enjuague.

El mismo autor menciona que la esencia de tomillo tiene múltiples aplicaciones, tanto en medicina como en perfumería. De la esencia de tomillo se extraen sustancias balsámicas, vermícidas y bactericidas de empleo muy diverso.

- **Obtención de aceite esencial**

La extracción del aceite esencial del tomillo tiene interés medicinal para afecciones digestivas, respiratorias y farmacológicas como ser en la industria de la cosmética, eficacia anti-bacteriana y fungicida además de ser culinario.

Muñoz (1996), menciona que el aceite esencial de tomillo se extrae mediante un proceso de destilación de las partes aéreas de la planta.



El componente principal del aceite esencial de tomillo es el timol, que tiene propiedades medicinales sobresalientes. El timol es una sustancia muy potente y puede llegar a ser peligroso para la salud si no lo utilizamos correctamente.

El mismo autor indica que estos aceites esenciales son usados para suprimir la ansiedad y para darle tonicidad a los músculos, es usado en un difusor o un hornillo para perfumar el ambiente, al mismo tiempo, se está aprovechando las múltiples propiedades medicinales del tomillo.

La composición del aceite esencial de esta especie incluye el carvacrol y timol, además de que puede contener p-cimeno, p-terpineno, linalol, borneol, geraniol y cariofile (Baranauskiene et al., 2003).

### **3.3.8. Condiciones agroecológicas del cultivo de tomillo**

#### **3.3.8.1. Clima**

Es de zonas de clima templado, templado-cálido y de montaña y puede ser sembrado tanto en campo abierto como en condiciones protegidas, se desarrolla favorablemente en zonas que tengan temperaturas anuales de siete a 20 °C y la acumulación de aceites esenciales depende directamente de la luz (Bareño, 2006).

El hábitat natural del tomillo se encuentra sobre suelos soleados y secos, en países de la cuenca mediterránea occidental, especialmente. Predomina en el este, centro y sur de la Península Ibérica, así como en Baleares (Tinghino, 1997).

Sus especies subsisten bajo temperaturas muy variadas e incluso extremas. Crece en climas templados, templado-cálidos y de montaña, prefiere la exposición a mediodía. Normalmente, se disponen en forma de matorral bajo en zonas de sol directo e intenso, que soportan gracias a la impregnación oleosa de sus hojas (INFOAGRO, 2010). El cuadro 3 presenta los requerimientos del tomillo respecto a temperatura y humedad.

### Cuadro 3. Temperatura adecuada para el cultivo de tomillo

TEMPERATURA	RANGO
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura máxima	24 °C
Temperatura optima	20 °C
Humedad relativa	50-70%

**Fuente:** INFOAGRO (2010).

#### 3.3.8.2. Altitud

Se cultiva en altitudes a más de 2800 m.s.n.m., también a 1400 m.s.n.m. se ha observado un buen desarrollo (SIRA, 2005).

Torrente (1985), indica que el tomillo se desarrolla ampliamente en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m., incluso superiores. Desde las zonas costeras hasta los parajes montañosos.

Las zonas que ocupan la planta de tomillo, en altitud varían enormemente, ya que se puede encontrar por debajo de los 200 m.s.n.m., hasta más allá de los 1500 m.s.n.m., en las zonas montañas de sierra de Gredos (Aguilar *et al.*, 2004).

#### 3.3.8.3. Suelo

El cultivo de tomillo es uno de los cultivos menos exigente en cuanto a composición del suelo debido a su rusticidad pero las mejores cosechas y con una producción de calidad se tienen en tierras de fertilidad media a regular, como son los suelos sueltos, permeables como por ejemplo los suelos calcáreos, humíferos que además son de fácil labranza (Crespo, 1989).

La textura puede ser franco-limoso, franco-arenoso o suelo pedregoso franco por su buen drenaje (FDTA-Valles, 2007).

HERBOTECNIA (2012), menciona que el tomillo no es exigente en cuanto a suelos, prospera en diversidad de terrenos, siendo los mejores los de consistencia media, permeables. Prospera también en suelos secos, algo calcáreos y en colinas, no son convenientes los suelos arcillosos.

Santos (2007), señala que el tomillo crece adecuadamente dentro de un rango de pH, desde 7 hasta 8, en ocasiones se adapta a suelos con rangos de pH entre 4,5.

#### **3.3.8.4. Humedad**

Durante la época de crecimiento activo y sobre todo en el proceso de formación de masa foliar, el tomillo consume importantes cantidades de agua. El consumo de agua será máximo durante el periodo de crecimiento, ya que el tomillo toma casi la mitad de la cantidad total de agua necesaria, la secreción de néctar está influida por la humedad atmosférica durante la floración (INFOAGRO, 2010).

#### **3.3.8.5. Preparación del terreno**

Si bien el tomillo es un cultivo que se caracteriza por presentar cierta rusticidad, requiere suelos fértiles profundos y con buen drenaje para su mejor desarrollo y mejor rendimiento. Para lograr un área de siembra adecuada se recomienda realizar una labor de arado y dos rastrilladas e incorporar el abono orgánico descompuesto (HERBOTECNIA, 2012).

La preparación del terreno se los realiza con los implementos y/o labores habituales en la zona, es primordial verificar la ausencia de capas densificadas sub superficialmente (piso de arado), en caso de existir proceder al cincelado del suelo evitando así la acumulación superficial de agua. Dado el grave problema que se presenta por la invasión de las malezas es aconsejable iniciar el año anterior el laboreo del suelo, realizando tratamientos mecánicos (Bareño, 2006).

#### **3.3.8.6. Poda**

Al tomillo es mejor podarlo poco y frecuentemente a lo largo de la primavera y el verano, cuando la planta empieza a florecer se podan las flores marchitas ya que consumen reservas y afean la planta (HERBOTECNIA, 2012).

Conviene podarlas al final de la temporada para que renueve sus tallos cada año y no se vuelvan leñosas. Después de algunos años, también es preciso sacar nuevas plantas de la que se tiene ya plantado de esa forma producen follaje nuevo.

Sé recomienda realizar podas de las plantas ya emergidas con el objeto de uniformar el desenvolvimiento del cultivo que se presenta en forma irregular, en las

plantaciones de más de un año, esta poda tiene por objeto reactivar el cultivo, restaurando una brotación vigorosa y uniforme para incrementar la producción (MERCOOPSUR, 2010).

#### **3.3.8.7. Control de malezas**

Arizio (1997), menciona que el control integrado de malezas, a través de la interacción entre control cultural y mecánico permitirá un cultivo limpio y con bajo nivel de competencia ejercida por las malezas.

La FDTA-Valles (2007), indica que es importante sacar las malezas antes de su floración, evitando de esta manera la diseminación de semillas. Son la principal adversidad de este cultivo dado que el suelo permanece durante un buen tiempo descubierto, las malezas ocupan rápidamente los espacios vacíos compitiendo por luz, nutriente y agua.

Si incrementamos la densidad de siembra en el cultivo hasta límites óptimos, contribuye a combatir las malas hierbas, debido al mayor sombreado del terreno (INFOAGRO, 2010).

#### **3.3.8.8. Aporque**

Torrente (1985), señala que las labores de barbecho o movimiento de suelo a su alrededor permite a la planta una mayor frondosidad y desarrollo.

El aporque consiste en acumular tierra alrededor de la planta con la finalidad de protegerla y favorecer la multiplicación de ramas o macollos (FDTA-Valles, 2007).

#### **3.3.8.9. Riego**

El agua tiene que llegar al cultivo en el momento que más lo necesite, especialmente con mayor abundancia durante la germinación, floración y fructificación, caso contrario el rendimiento disminuye (Crespo, 1989).

Rey (1993), menciona que el tomillo adapta muy bien su superficie foliar a la disponibilidad de agua, la aplicación de riego varía en intensidad y periodicidad de acuerdo con las condiciones agro-climáticas, por lo que responde muy bien al riego incrementando el rendimiento final de material vegetal. Aprovecha el agua de forma

mucho más eficiente en condiciones de escasez, su sistema radicular extrae el agua del suelo a una cierta profundidad que le permite su normal desarrollo.

### 3.3.9. Propagación de plantas

Según INFOAGRO (2010), los métodos principales de multiplicación del tomillo son:

- a) **Por semillas:** el peso medio de 1.000 semillas es de 0,265 g y su poder germinativo es del 90% en 16 días, en oscuridad y con una temperatura de 20 °C, las semillas de esta especie son pequeñas, por lo cual es conveniente realizar almácigo, el cual deberá estar protegido contra la lluvia, viento y temperaturas elevadas.
  
- b) **Por división de pies:** las matas de mejor porte se dividen de noviembre a marzo y se entierran hasta la parte foliada (entre 10 y 15 cm). Este método permite una explotación más rápida, pero posee el inconveniente de que se obtiene un menor número de plantas, de 20 a 30 por cada pie madre dividido.
  
- c) **Por esquejes:** el tomillo tiene que estar en período de actividad vegetativa. Con cada pie se pueden obtener algunos centenares de esquejes. El enraizamiento se produce a los dos meses y los esquejes se ponen preferiblemente a principios de primavera, o bien en otoño. El porcentaje de agarres es del 85% aproximadamente, que se reduce al 30 ó 40% cuando se lleva a cabo en invierno (durante el reposo vegetativo).

### 3.4. Plagas y enfermedades

Arizio (1997), indica que el tomillo es una planta resistente a las plagas, pero estas pueden atacar en cualquier etapa de su desarrollo, estas plagas llegan a causar daño en los rendimientos y la calidad del producto.

#### a) Insectos plaga

- Hormiga (*Atta spp*), su ataque es muy frecuente provocando daños en las hojas y tallos tiernos.

- Pulgones (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*), estos áfidos incrustan su pico chupador y absorben savia, deformando las hojas y brotes. Como consecuencia aparece un hongo de color negro que es la fumagina.
- Ácaros (*Tetranychus urticae*), al succionar la savia provoca la desecación de la planta induciendo un aspecto manchado en la cara superior de las hojas además de la aparición de puntos cloróticos muy pequeños.
- Babosas (*Deroceras reticulatum* y *Milax gagatex*), causan perforaciones principalmente en hojas jóvenes dejando un rastro (baba), que afecta la estética del producto final en fresco, ataques ocasionales a tallos produciendo lesiones.

El ataque de los nematodos, fitófagos, entre otros el *Meloidogyne hapla* a nivel radicular, es muy frecuente debido a la presencia de amarillamiento en las hojas, si el ataque sobrepasa el umbral económico se produce la pérdida del cultivo.

## **b) Enfermedades**

Las plantas presentan enfermedades cuando una o varias de sus funciones son alteradas por organismos patógenos, pueden ser clasificadas en dos como enfermedades infecciosas (bióticas), dado que pueden ser ocasionadas por hongos, bacterias, virus, viroides, etc. el segundo como no infecciosas (abióticas), resultado de cambios extremos en factores ambientales.

Algunos de los daños causados por las enfermedades bióticas son las siguientes Arizio (1997):

- Pudrición basal y de raíces (*Phytium*, *Fusarium spp.*), ocasionan el doblamiento y la muerte tanto del tallo como de las raicillas, pueden presentar coloraciones oscuras.
- Pudrición radical (*Rhizoctonia solani*), en la planta causa pudrición en las raíces además lesiones cuarteadas en tallos puede ser basal o en otra región del tallo.

- *Colletotrichum* (*Colletotrichum dematium*), este es un hongo que causa necrosis foliares que deprecian la calidad en verde. Los síntomas que se observan primero son unas pequeñas manchas pardas sobre las hojas y los tallos, al extenderse progresivamente por la lámina foliar, las áreas necróticas crecen produciendo el total marchitamiento de las hojas.
- Tizón foliar, causado por el hongo (*Alternaría alternata*), se manifiesta desde el ápice hacia la base de las hojas en forma de manchas foliares que se localizan principalmente en las hojas superiores. En ataques severos se produce la muerte de la planta. La predisponen la sucesión de días lluviosos, elevada humedad y temperatura.
- Oídio (*Erysiphe sp.*), produce manchas blanquecinas sobre los tallos y hojas de las plantas enfermas.

### **3.5. Ambientes protegidos**

Para el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, la protección de los cultivos se ha convertido en una necesidad. Los consumidores demandan productos de excelente calidad, sin daños por agentes climáticos, plagas ni enfermedades. A su vez, los agricultores requieren de alta producción para mantener las exigencias de los mercados, lo que implica el uso de una serie de tecnologías (cultivos protegidos), que se enmarcan dentro del concepto de agricultura protegida (Quintana, 2008).

Hartman (1990), indica que los ambientes protegidos son estructuras con cubierta transparente en la que es posible obtener un ambiente controlado con relación a la temperatura, humedad y energía radiante, para asegurar un adelanto o retraso de las cosechas, proteger los cultivos y hacer un mejor uso de agua.

Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperatura a niveles críticos, la energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, siendo los más comunes en la región Andina de Bolivia (Iturry, 2002).

### **3.5.1. Aspecto físico del ambiente protegido**

#### **3.5.1.1. Orientación**

Hartman (1990), indica que el techo o lámina de protección de un ambiente atemperado en el hemisferio sur debe orientarse al norte con el objetivo de captar una mayor radiación solar, de esta manera el eje longitudinal está orientado de este a oeste.

Según Blanco et al. (1999), la orientación contribuye a lograr la máxima captación de luz solar durante el día, por lo que se consideran algunos aspectos para la ubicación:

- Trayectoria entre la naciente y poniente del sol
- Dirección de los vientos
- Sistemas de ventilación
- Disposición de los cultivos

#### **3.5.1.2. Luminosidad**

La luz es un factor que juega un papel muy importante en el crecimiento y formación de plantas, flores y frutos, de ella dependen como factor limitante; siendo un integrante de la fotosíntesis de la clorofila de las plantas, el fototropismo, la morfogénesis, la formación de los pigmentos y vitaminas (Flores, 1996).

#### **3.5.1.3. Humedad y ventilación**

Según Flores (1996), la humedad dentro de ambientes protegidos está relacionada con la cantidad de agua existente en el suelo, asimismo la mayoría de las plantas se desarrolla en ambientes donde la humedad relativa fluctúa entre el 30 y 70%, debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan. Sin embargo, en humedades relativas por encima de los 70% la incidencia de enfermedades llega a ser un problema serio.

La ventilación debe ser bien controlada para poder evitar el enfriamiento excesivo dentro la carpa, por ello se aconseja ventilar durante las horas de mayor calor y radiación solar, usualmente se da entre las 10:00 y 16:00, por otra parte en días nublados es mejor reducir este periodo al mínimo (Hartman, 1990).



### **3.5.2. Tipos de ambientes protegidos**

La tecnología de producción de cultivos implantados en nuestro país, se ha basado a la implementación de diferentes modelos de invernaderos, de este proceso de adaptación han derivado diversos tipos de ambientes protegidos que son: tipo túnel, medio túnel, media agua y doble agua (Hartman, 1990).

Iturry (2002), indica que otro tipo de ambiente protegido es el Walipini, su nombre proviene de la voz Aymara que quiere decir “Esta bien”, este sistema de producción hortícola durante todo el año evitando que las inclemencias del tiempo provoquen la disminución o pérdida total del producto, es una nueva filosofía de producir alimentos biológicos cuidando y preservando el medio ambiente.

El mismo autor menciona que los factores físicos y ambientales en la que se basa la construcción del Walipini son:

- Propiedad térmica del suelo
- Radiación solar
- Humedad

La importancia del Walipini es favorable para los cultivos ya que se tiene temperatura que no presentan cambios bruscos, en el altiplano el peor enemigo es el viento, por tanto, el Walipini por su construcción no sufre mucho castigo por otra parte, requiere poca mano de obra para su atención (Ocsa 1999).

El mismo autor indica que los Walipinis son unidades de producción agrícola, donde la temperatura es casi uniforme en el día y la noche, como son cerrados, existe un continuo reciclaje del agua, de tal manera, es necesario regar una o dos veces a la semana.

## **3.6. Abonos orgánicos líquidos**

### **3.6.1. Vigortop**

El vigortop es un abono líquido que está compuesto por ácidos orgánicos (húmicos y fulvicos) extraídos del humus de lombriz e ingredientes complementarios, ricos en fitohormonas obtenidas del marat (*Moringa olerifera*) complementada con brasinoloides (PROINPA, 2014).

Según Biotop (2012) la composición porcentual de Vigortop es la siguiente:

Ácidos húmicos y fulvicos	95%
Brasinoloides (Extracto de brassicas)	4 %
Extracto de Marat (Moringa oleífera)	1%

### **3.6.2. Características del vigortop**

Ortuño et al. (2009), señalan que el Vigortop promueve el crecimiento y el incremento de follaje en las plantas, acrecentando su superficie fotosintética, además es un producto anti-estrés, recomendado para todo tipo de cultivos que pueden ser afectados por la sequía y heladas.

Sus principales características del producto que da mención Biotop - PROINPA son las siguientes:

- Promueve el crecimiento, el aumento y fortalecimiento de la raíz, el follaje y mejora la tasa fotosintética.
- Disminuye la caída de flores y estimula el cuajado de frutos, incrementando los rendimientos de los cultivos.
- Estimula el crecimiento de plantas afectadas por la sequía o la helada, porque promueve un rebrote vigoroso del follaje.

### **3.6.3. Bioestimulantes**

Ortuño *et al.* (2009), indican que el bioinsumo “vigortop” es un biofertilizante, bioestimulante y promotor de crecimiento foliar. Se puede utilizar en una gran diversidad de plantas (hortalizas, frutales, plantas ornamentales y diversos cultivos).

Los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas de las plantas. Estos productos se los emplea para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos y reducir los daños causados por estrés (INFOJARDIN, 2012).

### 3.6.4. Ácidos húmicos y fulvicos

Las sustancias húmicas comprenden los ácidos húmicos, ácidos fulvicos y huminas, sus características y las de la materia orgánica que las contiene varían según cuál de las tres fracciones sea la predominante (Porta *et al.*, 2003).

Cadahia (2005) define las sustancias húmicas como restos orgánicos ácidos de difícil degradación con elevado contenido de grupos carboxilo, fenólicos y quinónicos, cierta aromaticidad y con incorporación de Nitrógeno heterocíclico. Específicamente, las sustancias húmicas son polímeros producto de la acción de microorganismos, pero que difieren de los biopolímeros debido a su estructura molecular y su persistencia en el suelo.

Se llaman ácidos fulvicos “libres” o F1, a los formados por ácidos orgánicos y compuestos fenólicos, estos ácidos fulvicos están unidos a los ácidos húmicos, pero su estructura es más sencilla; en general se forman en condiciones diferentes a los ácidos húmicos, con pH ácido y mínima participación de síntesis, producto de la acción de microorganismos (Núñez, 2000).

Las sustancias húmicas y ácidos fulvicos son fuente de energía los cuales suministran carbono para los microorganismos del suelo (Kass, 2006).

Las características propias de las sustancias húmicas según Cadahia (2005) y Porta *et al.* (2003) son las siguientes:

- Gran capacidad de intercambio catiónico, debido a la alta presencia de grupos cargados negativamente (carboxilos y fenólicos).
- Relativamente oxidadas, lo que contribuye a su estabilidad frente a la biodegradación.
- Solubilidad variable, en función de los grupos funcionales, pesos moleculares y elementos adsorbidos o acomplejados.
- Pesos moleculares muy variables, lo que va a influir en la existencia de pequeñas moléculas, que si tienen los grupos funcionales adecuados podrán disolverse, y moverse fácilmente realizando una reacción transportadora

similar a la de los quelatos, así como en extensas macromoléculas que formaran coloides inmóviles que podrán retener y liberar nutrientes y contaminantes según sus equilibrios con la disolución del suelo.

### **3.6.5. Brasinoloides**

En 1968 Marumo y colaboradores descubrieron, en un extracto metanólico de una planta conocida en Japón como "isunoki" (*Distylium racemosum*), tres fracciones que al ser probadas presentaban una inusual pero atractiva actividad promotora del crecimiento vegetal en un ensayo denominado Inclinación de la Lámina de Arroz (ILA), estas fracciones fueron nombradas como A1, A2 y B (Iglesias et al. 2000).

Tiempo más tarde en la investigación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, un grupo de investigadores descubrió un extracto lipoidal, obtenido a partir de polen de nabo (*Brassica napus*), que presentaba una marcada actividad estimuladora del crecimiento vegetal. En este caso la sustancia encontrada en el extracto se denominó comúnmente como Brasinolida y actualmente se la conoce como el primer brasinoesteroide natural aislado (Hassan, 2004).

### **3.7. Factores que afectan la absorción foliar**

Los factores que afectan la absorción foliar se pueden clasificar en tres grupos: factores referentes a la solución foliar, factores ambientales y factores referentes a la especie vegetal (Alcántar y Trejo, 2007).

#### **a) Factores referentes a la solución foliar**

- **pH de la solución**, es aceptado que el valor óptimo de pH de los fertilizantes foliares se encuentra en un intervalo de 3 a 5,5 se reporta que valores de pH bajos, menores a 3,0 en las soluciones foliares causan daños al follaje, aun cuando la concentración de sales de esta sea baja (Kannan, 1980 citado por Alcántar y Trejo, 2007).
- **Concentración de la solución**, la concentración en un fertilizante foliar depende de la especie, el estado de desarrollo de la planta y su estatus nutrimental. La aplicación foliar de nutrimentos puede originar concentraciones

de sales en la hoja más altas que aquellas encontradas en la solución del suelo, por ello el principal problema de las aspersiones foliares es la sensibilidad de las hojas a altas concentraciones (Alcántar y Trejo, 2007).

- **Surfactantes**, es un material que facilita e intensifica la emulsión, dispersión, difusión, humectación o modifica otras propiedades de la superficie de los tejidos.
- **Tipo de Nutrimiento**, la absorción de nutrimentos está relacionada con la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) de la hoja y la valencia del ion influye en el intercambio. Los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que aquellos con mayor número de valencia. Los iones de menor diámetro penetran más rápido que los iones de mayor tamaño (Fregoni, 1986).

#### b) Factores ambientales

- **Temperatura** la óptima para la absorción foliar se encuentra entre 16 y 20 °C, con temperaturas mayores a 30 °C la absorción es nula, debido al incremento en la transpiración de las hojas y la concentración de la solución aplicada aumenta por la rápida evaporación, de la misma manera, bajas temperaturas inhiben la incorporación de las sustancias foliares (Gonzales y López, 1994).
- **Luz**, la luz estimula la apertura del estoma y la tasa metabólica, lo que conlleva la liberación de energía disponible para la absorción activa (Rodríguez, 1989).

En el caso de la intensidad de la luz, para hacerla adecuada al fotoperiodismo de las especies cultivadas, sea con el uso de materiales lucidos y traslucidos idóneo por el pasaje, la reflexión y absorción de partículas de radiaciones luminosas (Fersini, 1976).

- **Humedad relativa**, una humedad relativa alta disminuye la tasa de evaporación de la solución asperjada al follaje, además de favorecer la permeabilidad de la cutícula y disminuir el daño por quemaduras. El mejor momento para realizar aplicaciones foliares es por la mañana, cuando los

estomas están abiertos, la cutícula esta hidratada por la humedad relativa alta y temperatura media, lo que favorece el incremento del metabolismo de la hoja y la absorción foliar (Wintey, 1999).

- **Viento**, el efecto principal del viento sobre la absorción foliar radica en la remoción del microclima húmedo que se forma alrededor de las superficies asperjadas, debido a lo cual la película de solución se mantiene en contacto con aire de menor humedad relativa, por lo que la evaporación de la solución es más rápida (Silva y Rodríguez, 1995).

### c) Factores referentes a la especie vegetal

- **Edad de la hoja**, la tasa de absorción foliar de la mayoría de los nutrimentos en hojas jóvenes son mayores a las hojas viejas. La absorción nutrimental baja en hojas basales (viejas) ha sido atribuida a una disminución en la actividad metabólica (Alcántar y Trejo, 2007).
- **Superficie de la hoja**, El envés de la hoja puede absorber más veces que el haz, debido a que presenta una cutícula más delgada, una mayor densidad de estomas y por su cercanía de los vasos floemáticos.
- **Etapas vegetativa**, Al inicio de la etapa vegetativa (plántula) es importante la nutrición, sobre todo cuando se trata de hortalizas y ornamentales que requieren trasplante (Villegas *et al.* 2001).
- **Estatus Nutrimental de la Planta**, plantas con un óptimo abastecimiento nutrimental no absorben la misma cantidad de nutrimentos que aquellas que presentan deficiencias nutricionales (Estañol *et al.*, 2005).

## 4. LOCALIZACIÓN

### 4.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la granja de Ventilla, perteneciente al municipio Achocalla, la zona de estudio se encuentra localizada a una distancia de 26 km. de la ciudad de La Paz (Atlas Estadístico del Municipio, 2003).

Las coordenadas de ubicación geográfica son: Latitud Sur  $16^{\circ} 35' 60''$  y longitud oeste  $68^{\circ} 30' 60''$  a una altitud que varía entre 4000 m.s.n.m. (figura 5).

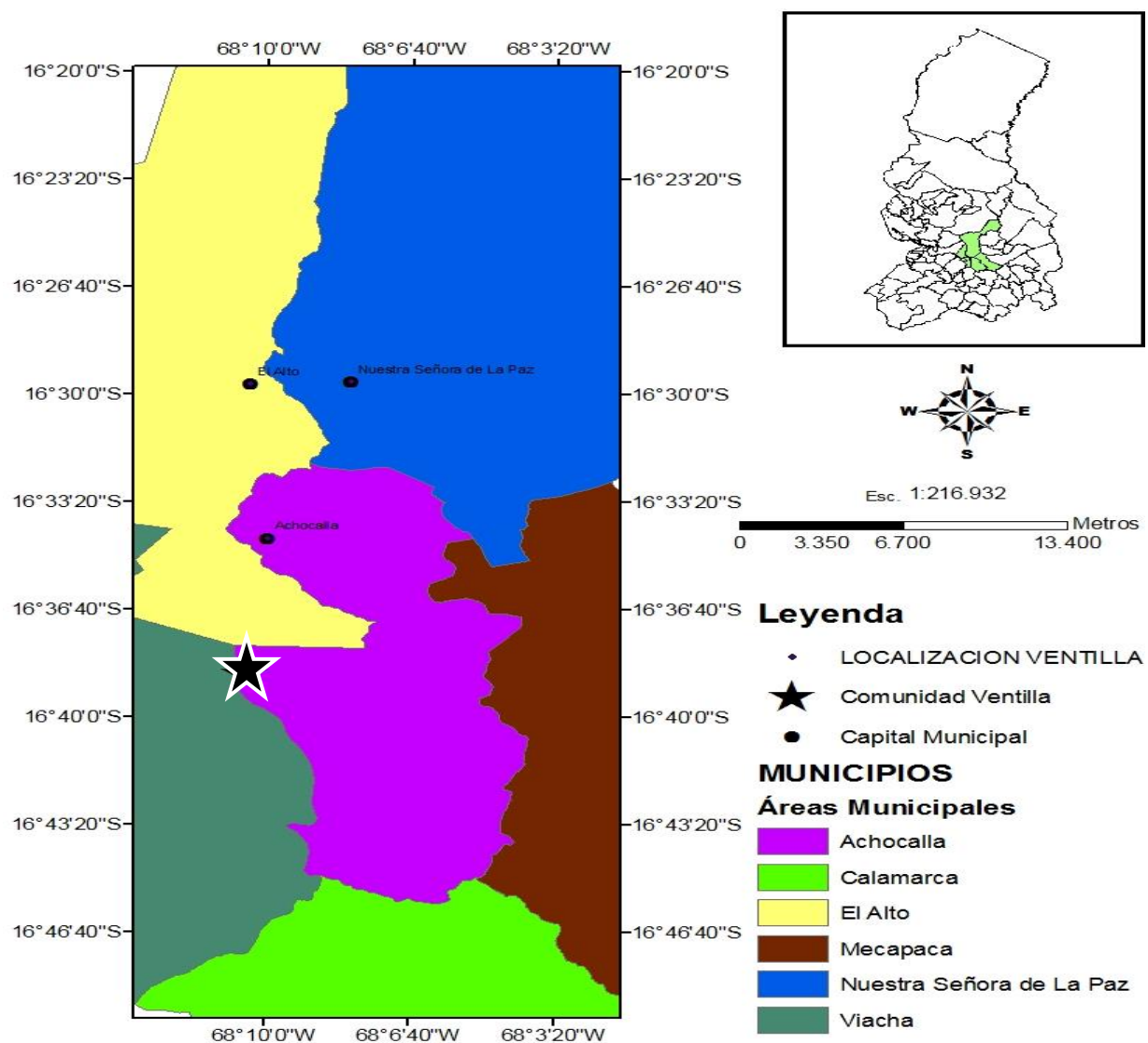


Figura 5. Mapa de ubicación de la granja Ventilla

## **4.2. Características agroecológicas de la zona**

### **4.2.1. Clima**

Esta zona se caracteriza por presentar un clima templado frío, con presencia de una estación bien marcada llegando a presentar una temperatura media de 19 °C y una humedad relativa de 56% con una precipitación anual de 425 mm por año (Fernández, 1993). Los anexos 2 y 3 muestran las precipitaciones anuales y temperaturas del lugar.

Las características climáticas del lugar es frígido, típico del altiplano con una temperatura que fluctúa entre los 19 °C media. Las temperaturas llegan a variar tanto dentro como fuera del Walipini, de 18 a 19 °C en la parte externa y 35 a 40 °C en la parte interna. Durante la noche tiene una variación de -7,3 °C a -2,8 °C y 13 °C a 6,8 °C en la parte interna como promedio (Ayaviri, O., citado por Cortez, 2008).

### **4.2.2. Suelo**

Los suelos de esta zona presentan una profundidad de capa arable de 10 a 40 cm, presenta suelos con textura franco-arcillosa y franco-arenosa, siendo pobres en materia orgánica. Presenta una planicie con pequeñas ondulaciones cuya pendiente natural está dirigido hacia el sur oeste y una capa arable de 25 cm.

Realizado el análisis de suelo del área de estudio correspondiente a este año se muestra que el suelo presenta una clase textural franco, además de poseer una buena conductividad eléctrica, análisis realizado en los predios del laboratorio de la Facultad de Agronomía (UMSA), los cuales se observan en los anexos 4 y 5.

Este suelo posee cationes de cambio como ser el fosforo asimilable 145,47 ppm y calcio intercambiable de 11,07 meq/100 g. análisis realizado por el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN, 2015), Anexo 6.

### **4.2.3. Vegetación**

Presenta abundante vegetación forestal de especies como: kiswa, queñua, eucalipto y pino lo que le da un aspecto de valle, puesto también que se encuentra en medio de dos colinas.



## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Materiales**

#### **5.1.1. Material biológico**

El material biológico que se usó en la investigación fue la semilla de tomillo (*Thymus vulgaris* L.), procedente del Brasil, cuyas características son: de color café pequeñas, con un milímetro de diámetro y con un porcentaje de 80% de germinación.

#### **5.1.2. Material orgánico**

En el estudio se utilizó el abono líquido foliar vigortop, el cual fue adquirido de los predios de PROINPA.

#### **5.1.3. Material de campo**

Los materiales que se usaron para la preparación del terreno, labores culturales, y evaluación respectivas fueron: pala, picota, chontilla, azadón, rastrillo, carretilla, atomizador, cinta métrica, tablero, termómetro de máximas y mínimas, vernier, cámara fotográfica marbetes, cordel y manguera.

#### **5.1.4. Material de laboratorio**

Se utilizó un horno de secado a una temperatura de 60 °C por un lapso de 48 hrs para la obtención de materia seca y una balanza de precisión para pesar la materia en verde y materia seca de las muestras obtenidas en campo de los diferentes tratamientos.

#### **5.1.5. Material de gabinete**

Los materiales que se usaron fueron: equipo de computación, calculadora, software estadístico Info Stat, Fotoshop, hojas de cálculo Excel y cuaderno de campo.

### **5.2. Metodología**

#### **5.2.1. Procedimiento experimental**

La presente investigación se llevó acabo en condiciones controladas bajo ambiente atemperado (Walipini). La presentación de la metodología es dividida en dos partes:

la parte experimental y las variables de respuesta que son los parámetros estudiados.

### 5.2.2. Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó en la investigación es un diseño de Bloques completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Calzada, (1982) recomienda este diseño para aquellos ensayos en campo donde existe una heterogeneidad del terreno. El siguiente modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera

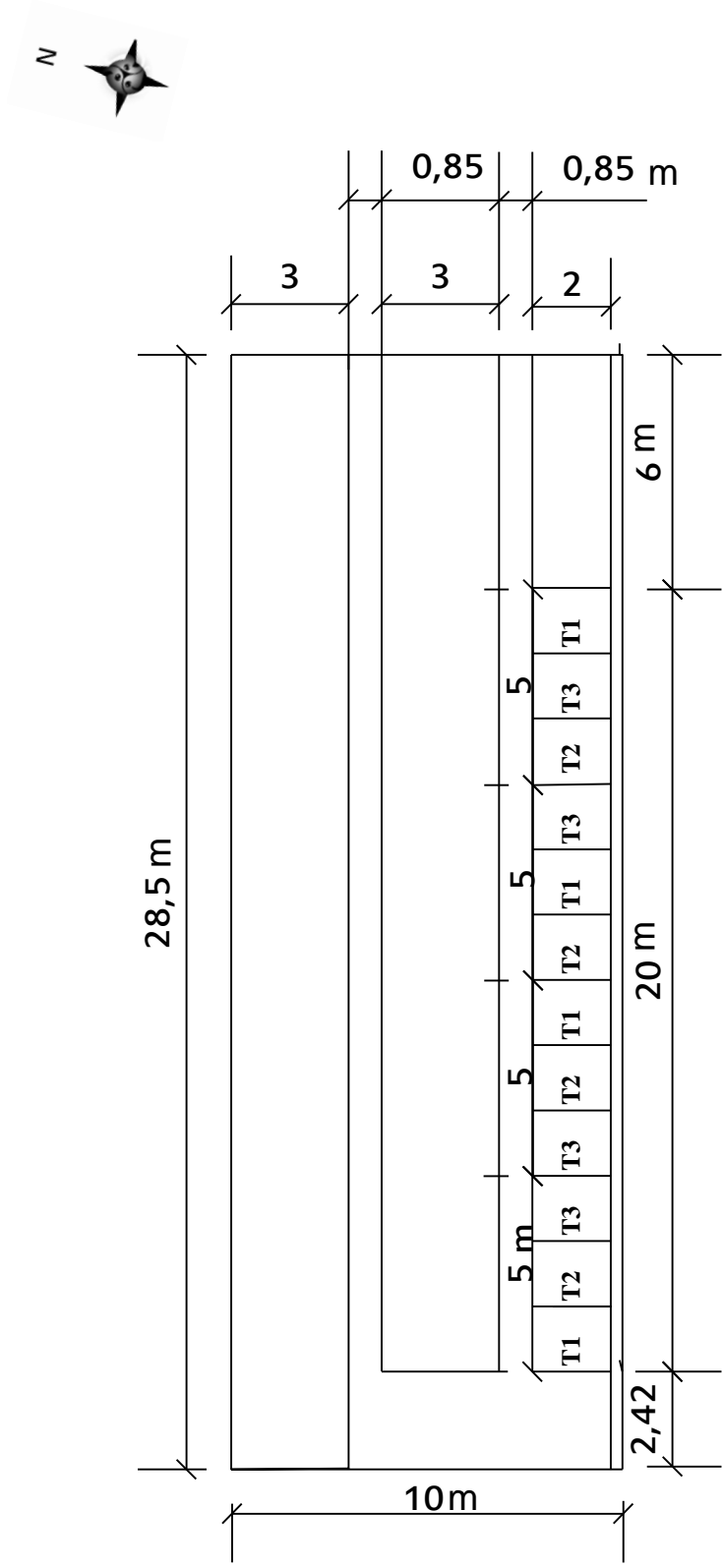
$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del j – ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i – ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental

El factor a bloquear es la variación de temperatura, ya que colindante al cuarto bloque del área experimental se ubica la puerta y ventana del ambiente protegido (Walipini) esta se encuentra cubierta con una malla, madera las cuales se abren cada mañana con el fin de ventilar el ambiente protegido y se cierra al atardecer para evitar que descienda la temperatura. Al estar expuesto a la puerta y ventana abierta el cuarto bloque recibe con más intensidad que los otros el impacto del viento (corrientes de aire frío) lo que produce variaciones térmicas en el lugar donde se desarrolló el estudio. La figura 6, muestra las características del área de ensayo.



Esc. 1: 125

Figura 6. Distribución de las unidades experimentales

### 5.2.2.1. Factor de estudio

El factor de estudio y los tratamientos se detallan en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Detalle de los tratamientos con el factor de estudio**

BLOQUE	TRATAMIENTO	DOSIS DE ABONO	DENSIDAD
BI	T1	Testigo	30 x 40 entre plantas
	T2	15%	30 x 40 entre plantas
	T3	8%	30 x 40 entre plantas
BII	T1	Testigo	30 x 40 entre plantas
	T2	15%	30 x 40 entre plantas
	T3	8%	30 x 40 entre plantas
BIII	T1	Testigo	30 x 40 entre plantas
	T2	15%	30 x 40 entre plantas
	T3	8%	30 x 40 entre plantas
BIV	T1	Testigo	30 x 40 entre plantas
	T2	15%	30 x 40 entre plantas
	T3	8%	30 x 40 entre plantas

El cuadro 4, muestra los diferentes tratamientos instalados en el experimento, los cuales fueron distribuidos al azar en cada unidad experimental con sus respectivas repeticiones.

### 5.2.3. Área experimental

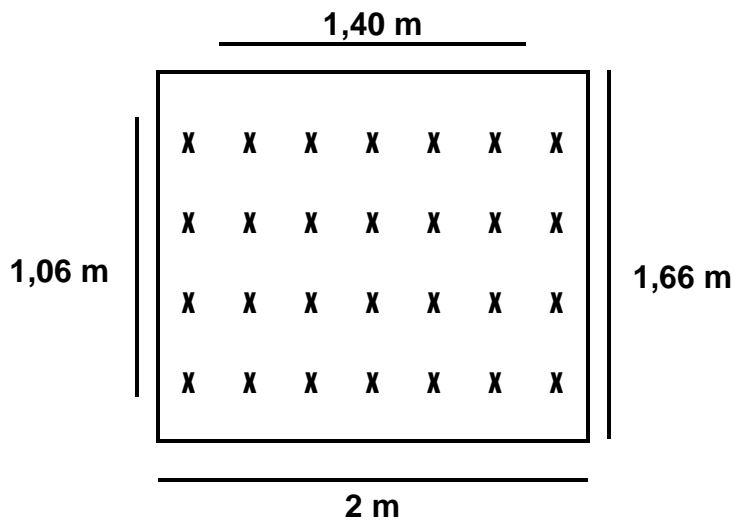
Las características del área experimental se detallan a continuación:

- **Área de estudio:** 40 m<sup>2</sup>
- **Área del bloque:** 9,96 m<sup>2</sup>
- **Área de la unidad experimental:** 3,32 m<sup>2</sup>

### Detalle de la unidad experimental

Largo de la unidad experimental	1,66 m
Ancho de la unidad experimental	2 m
Área de unidad experimental	3,32 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras	0,30 m
Distancia entre plantas	0,40 m
Plantas por unidad experimental	28

La figura 7 muestra el croquis de la unidad experimental.



**Figura 7. Croquis de la unidad experimental**

Por efecto de borduras y cabeceras el área que se evaluó fue de largo 1,06 m y de ancho 1,40 m, teniendo un área total de 1,48 m<sup>2</sup> de parcela útil.

#### 5.2.4. Preparación de la almaciguera

En la preparación del sustrato se utilizó tierra del lugar estiércol de vaca descompuesto, humus y limo además de tierra fina cernida para el tapado, como se muestra en el Anexo 7.

### **5.2.5. Siembra**

La siembra se realizó en el almacigo, previo nivelado del sustrato, se procedió a sembrar al boleto, se cubrió con una capa de tierra cernida dos veces su diámetro aproximadamente tapándola con paja para proteger la germinación y conservar la humedad.

### **5.2.6. Preparación del terreno de campo**

La preparación del terreno para el trasplante del tomillo, consistió en cambiar de suelo incorporando el suelo del lugar más la materia orgánica (abono descompuesto de vaca y ovino), dándole adecuadas condiciones al cultivo de tomillo, luego se realizó la rotura, remoción del suelo a una profundidad de 30 cm, posteriormente se niveló con un rastrillo esto con el fin de evitar lugares desuniformes como se muestra en los Anexos 8 y 9.

### **5.2.7. Delimitación del terreno**

Después de preparar el terreno, se delimitó el área de estudio, realizando las mediciones de los bloques y unidades experimentales, de acuerdo a lo especificado en el diseño experimental, utilizando cordeles y estacas.

### **5.2.8. Trasplante**

Previo al trasplante se regó la almaciguera y las unidades experimentales, para facilitar de este modo la labor, además de colocado de sombra (malla milimétrica), para que la plántula no pierda rápidamente la humedad lo cual se observa en el Anexo 10.

El trasplante se realizó una vez que las plántulas alcanzaron una altura adecuada de 10 a 15 cm, esto se dio a los 60 días después de la siembra (Anexo 11).

Se procedió al trasplante por la mañana, extrayendo las plántulas con mucho cuidado para no dañar el sistema radicular, con ayuda de una chontilla se abrieron los hoyos, con una densidad de 30 entre hileras y 40 cm entre surcos, cuidando que las raíces no queden dobladas hacia arriba, luego se presionó la tierra con los dedos alrededor del cuello de la planta.

### **5.2.9. Marbeteado de plantas**

Se identificaron 10 plantas por cada unidad experimental en forma aleatoria, tomando solo de la parcela útil excluyendo plantas de los bordes, para su evaluación fueron señaladas con marbetes (Anexo 12).

### **5.2.10. Registro de temperatura**

Se tomaron registros de temperatura dentro del ambiente, se obtuvo utilizando un termómetro de máxima y mínima, fue instalado en el medio del cultivo y protegido de la radiación directa de esta forma evitar registros erróneos.

## **5.3. Manejo del cultivo**

Se realizaron cada una de las labores culturales que requiera el cultivo en su momento oportuno de acuerdo a lo citado en la literatura, para el buen desarrollo del mismo.

### **5.3.1. Escarda**

La escarda se realizó una vez por semana, con ayuda de una chonta, esto con el fin de romper las costras que se forman sobre la superficie del suelo, las mismas que impiden la penetración de aire y agua, como se observa en el Anexo 13.

### **5.3.2. Refalle**

Se lo realizo a los 15 días después del trasplante, con el propósito de uniformizar la población de los diferentes tratamientos, remplazando las plantas muertas.

### **5.3.3. Deshierbe**

El deshierbe se realizó juntamente con la escarda, después del trasplante, sacando manualmente las malas hierbas con mucho cuidado sin maltratar la plántula de tomillo, esto con el fin de que no exista competencia por agua y nutrientes.

### **5.3.4. Riego**

El riego se realizó por inundación, la frecuencia de riego se realizó día por medio a un inicio y posteriormente se fue reduciendo a medida que la planta desarrolle, con

un tiempo de riego de 2.30 horas y con una lámina de 25 lt/m<sup>2</sup>, proveniente de una fuente de recolección de agua de lluvia en estanques de reserva.

### **5.3.5. Aporque**

Esta práctica fue realizada a los 35 días después del trasplante, con mucho cuidado de no tapar con tierra la parte del cuello de las plántulas.

### **5.3.6. Cosecha**

La cosecha fue realizada a los 130 días después del trasplante en cada uno de los tratamientos de los cuatro bloques, el corte se debe hacer a una altura de 5 cm del cuello de la planta, se procedió a cosechar todas las muestras de cada unidad experimental de forma separada y marcada (Anexos 14 y15), para facilitar el manejo de los datos de materia vegetal al momento de pesarlas (Anexo 16).

## **5.4. Variables de respuestas agronómicas**

### **5.4.1. Días a la emergencia**

Esta variable se determinó mediante el registro de número de días transcurridos desde la siembra en el almacigo hasta que las plántulas emergieron, mayor al 50% de emergencia.

### **5.4.2. Porcentaje de prendimiento**

El prendimiento se define como la capacidad que tiene una planta para establecerse en el medio y superar las condiciones del sitio (Davel *et al.*, 2006; citado por Flores 2009).

Se determinó esta variable registrando las plantas vivas y muertas después de 15 días del trasplante de las mismas, los resultados fue expresado en porcentaje, del total de las unidades experimentales, mediante la siguiente formula citada por Cabrera y Cañas (2007):

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{\text{número de plantines prendidos}}{\text{número de plantines trasplantadas por parcela total}} * 100$$



### 5.4.3. Altura de planta

Se realizó cada 15 días mediante la medición de 10 plantas completamente al azar, desde la base del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja con ayuda de una regla por unidad experimental (figura 8).



**Figura 8. Medición de altura de planta**

### 5.4.4. Número de tallos laterales

Para esta variable se tomaron en cuenta las plantas a evaluar de cada unidad experimental, de los cuales se realizó el conteo de número de tallos laterales, tomando en cuenta el tallo principal.

### 5.4.5. Número de nudos

Esta variable se evaluó tomando de cada unidad experimental las plantas seleccionadas, posteriormente se realizó un conteo directo de los nudos de cada planta, de igual forma tomando en cuenta el tallo principal, la evaluación se efectuó cada 15 días.

#### **5.4.6. Área foliar**

Para determinar esta variable se calculó tomando 5 plantas, por cada unidad experimental en los cuales se midió el área en  $\text{cm}^2$ , estas medidas fueron tomadas en tres etapas: a los 15, 65 y 130 días después del trasplante mediante toma de fotografías las cuales posteriormente fueron procesadas en el programa de Photoshop. (Anexo 18 y 19).

#### **5.4.7. Diámetro de tallo principal**

Con un calibrador (vernier), se midió el diámetro del tallo principal, esta medida fue realizada cada 15 días hasta antes de la cosecha como se observa en la figura 9.



**Figura 9. Medición de diámetro de tallo principal**

#### **5.4.8. Días a la cosecha**

Esta variable se evaluó mediante el registro del número de días que transcurrieron desde el trasplante hasta el momento de floración, cuando estén aptas para la cosecha.

#### **5.4.9. Evaluación del efecto del vigortop**

Esta evaluación fue realizada cada 15 días tomando en cuenta las variables agronómicas anteriormente mencionadas, también se tomó en cuenta el tratamiento que mejor respuesta obtuvo a la aplicación del vigortop (figura 10).



**Figura 10. Aplicación del vigortop**

#### **5.4.10. Rendimiento de materia verde**

Para evaluar esta variable se realizó la cosecha de cada tratamiento, pesando cada planta, usando las unidades de g/planta/m<sup>2</sup> posteriormente expresados en t/ha.

La figura 11 muestra el peso de la planta de tomillo para la obtención del rendimiento en materia en verde.



**Figura 11. Peso de la planta de tomillo**

#### **5.4.11. Rendimiento de materia seca**

Las plantas en verde cosechadas de cada unidad experimental fueron llevadas al horno de secado a una temperatura de 65 °C durante 48 horas, luego se procedió al pesaje en la balanza de precisión, obteniéndose de esta manera la materia seca, los datos fueron expresados en t/ha.

#### **5.4.12. Evaluación económica de costos parciales**

El análisis de costos parciales de los diferentes bloques y tratamientos, se realizó con el método de evaluación económica propuesto por CIMMYT, citado por Perrin (1988).

##### **5.4.12.1. Precio del producto**

Se calculó de acuerdo al precio que se recibe por el producto al venderlo, restándole los gastos relacionados con la cosecha y venta del mismo, precio que se estableció a 116 Bs por cada kilogramo de tomillo.

##### **5.4.12.1. Rendimiento ajustado**

El rendimiento fue calculado en t/ha, tomando en cuenta los imprevistos de 10% del mismo para cada tratamiento, debido a que se cultivó en condiciones de experimentación, en parcelas pequeñas cuyo manejo es más sencillo y sin pérdidas en la cosecha.

##### **5.4.12.2. Beneficio bruto**

El beneficio bruto fue calculado de cada tratamiento multiplicando el precio del producto por el rendimiento ajustado, posteriormente expresándolo en t/ha.

$$BB = R * P$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento ajustado

P = Precio del producto

### 5.4.12.3. Beneficio neto

El beneficio neto se determinó restando al beneficio bruto, el total de los costos variables expresándolo en Bs/ha.

$$\text{BN} = \text{BB} - \text{CP}$$

Dónde:

BN = Beneficio Neto

BB = Beneficio Bruto

CP = Costo de Producción

### 5.4.12.4. Relación beneficio/costo

Beneficio/costo es una relación del ingreso bruto sobre el costo de producción, el cual indica la rentabilidad de una actividad.

$$\text{B/C} = \frac{\text{IB}}{\text{CP}}$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio Costo

IB = Ingreso Bruto

CP = Costos de producción

La relación Beneficio/Costo (B/C) se determina de la siguiente manera:

**La relación B/C > 1:** Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción por lo tanto el cultivo con cierto sistema de producción es rentable, el agricultor tiene ingresos.

**La relación B/C = 1:** Los ingresos económicos son iguales a los costos de producción, el cultivo con cierto sistema de producción no es rentable, solo cubre los gastos de producción, el agricultor no gana ni pierde.

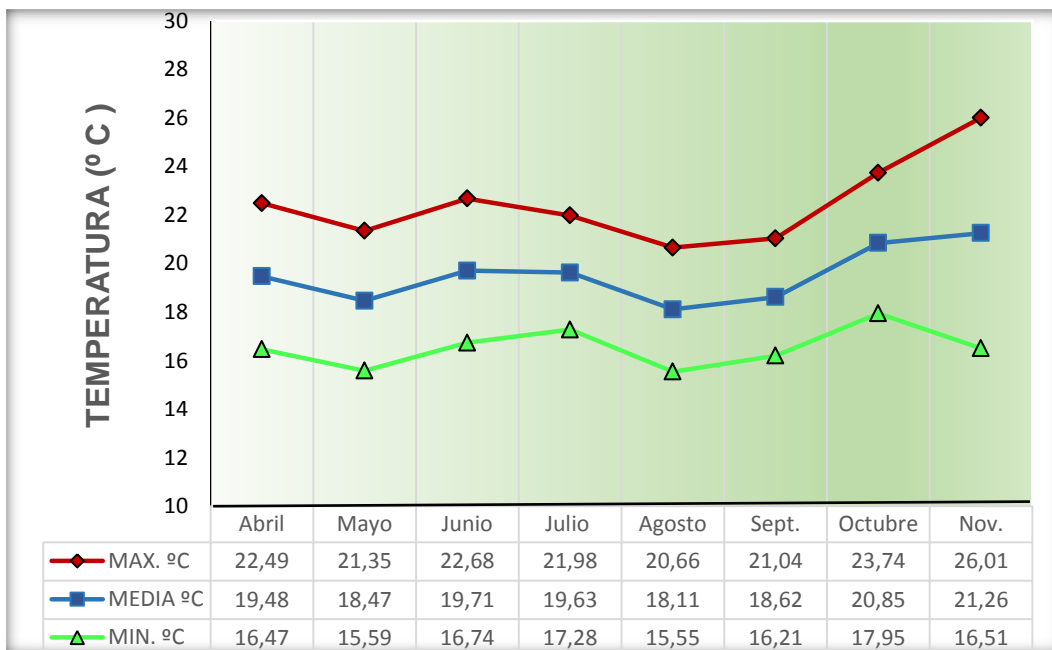
**La relación B/C < 1:** No existe beneficios económicos, por lo tanto el cultivo con cierto sistema de producción no es rentable, el agricultor pierde.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Temperaturas Máximas y Mínimas en el Ambiente Protegido (Walipini)

Las plantas están expuestas continuamente a las variaciones climatológicas que se producen tanto de forma diaria como estacionalmente. Estos cambios tienen una influencia notable en las actividades y el metabolismo de las plantas y se producen respuestas por parte de la planta para adaptarse a las condiciones ambientales y sacar mayor provecho de ellas (Flórez, 2009) en vista de esto se consideró necesario realizar un seguimiento de las variaciones térmicas registradas durante el presente experimento como se muestra a continuación en la figura 12.

**Figura 12. Promedio de temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales en el ambiente protegido**



**Fuente:** Elaboración propia (2014).

Como se puede observar en la figura 13, las temperaturas más altas se registraron en el mes de noviembre, la más baja registro el mes de agosto.

Estas temperaturas fueron registradas dentro del ambiente protegido (Walipini), de las cuales se obtuvo el promedio, la temperatura promedio fue de 19,52 °C, al respecto Bareño (2006), menciona que este cultivo se desarrolla favorablemente en

zonas que tengan temperaturas anuales de siete a 20 °C y la acumulación de aceites esenciales depende directamente de la luz, lo cual nos muestra que la temperatura registrada está en el rango, para su buen desarrollo.

INFOAGRO (2010), señala que las especies de tomillo perviven bajo temperaturas muy variadas e incluso extremas, crecen en climas templados, templado-cálidos y de montaña, prefiere la exposición a mediodía, en zonas de sol directo e intenso, que soportan gracias a la impregnación oleosa de sus hojas.

## **6.2. Comportamiento agronómico del cultivo**

### **6.2.1. Fases del cultivo**

Se realizó la evaluación del crecimiento del cultivo, desde el momento de la siembra en almacigo hasta la cosecha.

La emergencia en la almaciguera se inició a los 8 días después de la siembra, se verificó un porcentaje de 10% de emergencia. El porcentaje máximo de emergencia fue de 80% alcanzado a los 40 días después de la siembra.

Al respecto Medina (1998) menciona que el medio ambiente es un factor importante para el comportamiento fisiológico del cultivo acompañado por la intensidad de luz, humedad y la estructura del suelo que son factores que determinan la uniformidad de la emergencia.

El mismo autor indica que, los factores que más influyen en poner fin al estado de latencia y conducen a una germinación, en condiciones naturales son: agua, oxígeno, temperatura, luz y sustancias químicas.

### **6.2.2. Porcentaje de prendimiento**

El porcentaje de prendimiento obtenido de acuerdo al procedimiento mencionado fue de un 92%, de la población total comprendiendo a 324 plantines. En todo el experimento la mortandad al trasplante fue de 8%, este porcentaje de pérdida se debió a daños mecánicos ocasionados en el momento de trasplante tales como rotura de las raíces, tallos, el refalle se realizó 15 días después del trasplante con plantas uniformes y de las mismas características que las primeras.



### 6.3. Respuestas agronómicas del cultivo durante el crecimiento

#### 6.3.1. Altura de planta

El desarrollo de altura de planta que se evaluó de acuerdo a la metodología antes citada, de acuerdo al análisis de varianza muestran los siguientes resultados, como se observa en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura de planta**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05
BLOQUE	0,55	3	0,18	0,20	4,76 NS
TRATAMIENTO	61,71	2	30,85	33,73	5,14 **
Error	5,49	6	0,91		
Total	67,75	11			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 4,39%

El coeficiente de variación fue de 4,39%, lo cual indica que los datos son confiables y se encuentran en los límites aceptables, que según Calzada (1982), se encuentra en un rango de 0 a 30% cuyo límite no debe ser superado, en el análisis de varianza se detectan diferencias altamente significativas entre los tratamientos esto a consecuencia de las diferentes dosificaciones que se aplicaron en los tratamientos evaluados.

Por otra parte entre bloques no se mostró significancia, este factor es independiente en cuanto a la altura de planta, porque las condiciones de temperatura, humedad y radiación dentro del Walipini se mantuvieron de manera homogénea.



**Cuadro 6. Prueba Duncan para la altura de planta**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm)	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	24,67	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	21,58	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	19,13	C

Realizada la prueba Duncan al 5% como se observa en el cuadro 6, muestra diferencias significativas para cada tratamiento es el caso del T2 con dosis de vigortop de 15% mostro mayor altura con promedio de 24,67 cm en segundo lugar con dosis de vigortop de 8% con un promedio de 21,58 cm, mientras que el testigo T1 registro el menor valor de 19,13 centímetros.

Estos resultados de altura de planta se atribuyen a que los ácidos húmicos y fúlvicos demuestran un efecto positivo sobre el comportamiento de las hojas por ende afecta a la altura de la planta, otorgándole mayor crecimiento.

Estudios realizados en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cycla*) por Villalva (2013), obtuvo en los diferentes tratamientos T3 (1,11 l/m<sup>2</sup>); T4 (1,11 l/m<sup>2</sup>); T5 (0,83 l/m<sup>2</sup>) y T7 (1,66 l/m<sup>2</sup>), son los que presentaron una mayor altura con respecto a los tratamientos T1 y T2 (sin aplicación de vigortop) en el tiempo en que se desarrolló el cultivo, en vista de esto se puede afirmar que la aplicación del bioinsumo tiene efecto sobre la altura de planta

Al respecto Morato (2010), obtuvo diferencias significativas con relación a las dosis de materia orgánica (40 t/ha) con una altura de 18,94 cm, estadísticamente diferente a la dosis (20 t/ha) con una altura de 17,51 cm y el testigo (0 t/ha) con una altura de 14,74 cm. Como se observa los valores son ligeramente inferiores a los presentados en el actual estudio, esto se debe a diferencias de uso de bioinsumo como es el vigortop que fue aplicado vía foliar en las plantas la distribución y densidad estomática, el tipo y densidad de tricomas, entre otros factores, tienen efectos sobre la eficiencia de absorción foliar y de esta forma adquirió mayores alturas, que varían

conforme a la dosificación aplicada en los tratamientos evaluados.

Asimismo Ramos (2000) efectuó un estudio en el cultivo del tomate con aplicaciones de tres diferentes dosis de ácidos húmicos y fúlvicos (componentes del vigortop), en ellos se comprueba que todos los tratamientos con sustancias húmicas aumentan el valor del crecimiento de las plantas respecto al control, esto se debe a que estos ácidos producen un incremento de la fotosíntesis.

### 6.3.2. Número de tallos laterales

En el cuadro 7 se presenta el análisis de varianza correspondiente a esta variable donde se observa diferencia significativa entre las distintas dosis de aplicación foliar.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para los tallos laterales**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05	
BLOQUE	3,33	3	1,11	1,60	4,76	NS
TRATAMIENTO	55,17	2	27,58	39,72	5,14	**
Error	4,17	6	0,69			
Total	62,67	11				

\* = Significativo  
 \*\* = Altamente significativo  
 NS = No significativo

CV = 6,75%

El coeficiente de variación fue de 6,75%, lo cual indica que los datos son confiables y se encuentran en los límites aceptables, en el análisis de varianza para los tallos laterales se detectan diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Por otra parte entre bloques no se mostró significancia, este factor es independiente en cuanto a número de tallos laterales, porque las condiciones de temperatura, dentro del Walipini se mantuvieron de manera homogénea.

Al respecto Morato (2010), en el número de tallos con relación a la dosis de materia orgánica de los tratamientos (40 t/ha) y (20 t/ha), en ambos tratamientos el número

promedio de ramas resulto similar, pero si se obtiene diferencias significativas con respecto al testigo que tiene (0 t/ha) de materia orgánica.

**Cuadro 8. Prueba Duncan para los tallos laterales**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DUNCAN</b>
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	15,00	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	12,25	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	9,75	C

Realizada la prueba Duncan al 5% como se observa en el cuadro 8 muestra diferencias significativas para cada tratamiento es el caso del tratamiento 2 con dosis de vigortop de 15% mostro mayor promedio de 15 tallos en segundo lugar con dosis de vigortop de 8% con un promedio de 12 tallos, mientras que el testigo registro el menor número de tallos (9).

Por tanto podemos alegar que la aplicación del vigortop a distintas dosis influye en el número de tallos laterales, este efecto está relacionado con la división celular ya que estimulan el crecimiento por ende la ramificación.

Cabe considerar que los datos obtenidos fueron de la primera cosecha, por motivo de tiempo, ya que esta planta es considerada perenne y se puede realizar más de una cosecha.

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza que corresponde a esta variable

**Cuadro 9. Análisis de varianza para los tallos laterales/ha**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05	
BLOQUE	30.246.504,33	3	10.082.168,11	1,60	4,76	NS
TRATAMIENTO	500.526.691,50	2	250.263.315,75	39,72	5,14	**
Error	37.808.131,17	6	630.155,19			
Total	568581267,00	11				

\* = Significativo  
 \*\* = Altamente significativo  
 NS = No significativo

CV = 6,76%

El coeficiente de variación fue de 6,76%, lo cual indica que los datos son confiables y se encuentran en los límites aceptables.

Las plantas con aplicación foliar de un 15% presentan un mayor promedio de tallos laterales, por lo que se puede afirmar que aplicando foliarmente un fertilizante, este es mejor asimilado por la planta.

**Cuadro 10. Prueba Duncan para los tallos laterales/ha**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	45.180,75	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	36.897,75	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	29.367,00	C

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad (cuadro 10) para la variable número de tallos laterales, se observa estadísticamente que el tratamiento 2 con dosis de vigortop de 15% mostro mayor promedio de 45.181 tallos en segundo lugar con dosis de vigortop de 8% con un promedio de 36.898 tallos, mientras que el testigo registro el menor valor de 29.367 tallos.

Piarpuezán y Burri (2013), ratifica en su estudio realizado a distintas densidades con la aplicación de tres fertilizantes orgánicos en el cultivo de tomillo en la variable número de tallos por planta al momento de la cosecha registró el promedio más alto en B4: testigo (fertilización química.) con 2.042 tallos/planta; seguido de B3: Bioway con 1.223 tallos/planta y B1: Eco fértil registró el promedio más bajo, con 929 tallos/planta respectivamente, los cuales son promedios calculados para una hectárea, ya que de esta forma se pudieron realizar las correspondientes discusiones.

Los promedios muestran que con una dosificación de un 15% se obtuvo mayor número de tallos laterales, los cuales son mayores al promedio obtenido con las fertilizaciones químicas realizadas por Piarpuezán y Burri (2013), lo cual nos muestra que las aplicaciones foliares con vigortop a una dosis de 15% es eficaz, debido a que da buenos resultados en lo que respecta a los tallos laterales.

### 6.3.3. Número de nudos

En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza correspondiente a esta variable de numero de nudos donde se observa diferencia significativa entre las distintas dosis de aplicación foliar.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para el número de nudos**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05	
BLOQUE	1,67	3	0,56	1,18	4,76	NS
TRATAMIENTO	21,17	2	10,58	22,41	5,14	**
Error	2,83	6	0,47			
Total	25,67	11				

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 8,41%

El coeficiente de variación fue de 8,41%, lo cual indica que los datos son confiables y se encuentran en los límites aceptables.

Como se puede observar en el cuadro 11, existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que las dosis de aplicación del vigortop influyen también en el número de nudos además que va correlacionado con la variable anterior.

**Cuadro 12. Prueba Duncan para el número de nudos**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	9,75	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	8,25	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	6,50	C

Realizada la prueba Duncan al 5% como se observa en el cuadro 12 muestra diferencias significativas para cada tratamiento, el tratamiento 2 con dosis de vigortop de 15% mostro mayor promedio de 10 nudos en segundo lugar con dosis de vigortop de 8% con un promedio de 8 nudos, mientras que el testigo registro el menor valor de 6 nudos.

En la variable número de nudos va vinculada con lo que es el número de tallos laterales durante la investigación se observó que de cada nudo salen dos ramas laterales y estas a su vez se lograrían ramificar aún más, al recabar los datos se tomó en cuenta el tallo principal del cual se contó y luego se promedió el número de nudos.

Las tres variables altura de planta, número de tallos laterales y número de nudos van relacionadas una de la otra aunque no en el mismo término, en el desarrollo del cultivo se pudo observar que una planta que tenía mayor altura también obtenía mayor número de tallos laterales y nudos respectivamente a la dosificación aplicada.

El cuadro 13 muestra el análisis de varianza para la respectiva variable número de nudos para un área de una hectárea.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para el número de nudos/ha**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05	
BLOQUE	15.120.240	3	5.040.080	1,18	4,76	NS
TRATAMIENTO	192.027.048	2	96.013.524	22,41	5,14	**
Error	25.704.408	6	4.284.068			
Total	232.851.696	11				

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 8,41%

Entre bloques no se mostró significancia, este factor es independiente en cuanto al número de nudos, porque las condiciones de temperatura, humedad y radiación dentro del Walipini se mantuvieron de manera homogénea.

El coeficiente de variación fue de 8,41%, lo cual indica que los datos son confiables y se encuentran en los límites aceptables que según Calzada (1982), se encuentra en un rango de 0 a 30% cuyo límite no debe ser superado.

**Cuadro 14. Prueba Duncan para el número de nudos/ha**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	29.367	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	24.849	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	19.578	C

Realizada la prueba Duncan al 5% como se observa en el cuadro 14 muestra diferencias significativas para cada tratamiento es el caso del tratamiento 2 con dosis de vigortop de 15% mostro mayor promedio de 29.367 nudos en segundo lugar con

dosis de vigortop de 8% con un promedio de 24.849 nudos, mientras que el testigo registro el menor valor de 19.578 nudos.

La dosificación de vigortop muestra influencia sobre el número de nudos, con la dosis de un 15% se obtiene buenos resultados ya que la planta posee mayor cantidad del producto bioactivo aplicado.

A si mismo Rodríguez (2007), menciona que las plantas superiores tienen un crecimiento continuo y toda la vida, debido a la posesión de centros de crecimientos permanentes que son los meristemos. El crecimiento de una planta no se distribuye uniformemente por todo el organismo, más se restringe a ciertas áreas, el crecimiento por aumento de longitud o formación de órganos laterales resulta de la actividad de los tejidos meristemáticos de los ápices del tallo y raíz, el crecimiento secundario en diámetro es realizado por el cambium del súber y vascular (meristemo lateral).

#### 6.3.4. Área foliar

Para esta variable se detalla en particular tres mediciones las cuales son tres etapas a los 15, 65 y 130 días después del trasplante.

En el cuadro 15 se presenta el análisis de varianza correspondiente a esta variable.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para el área foliar primera etapa**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05	
BLOQUE	593.599,17	3	197.866,39	4,46	4,76	NS
TRATAMIENTO	11.617.704,23	2	5.808.852,11	135,22	5,14	**
Error	266.379,40	6	44.396,57			
Total	12.866.944,34	11				

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 3,44%

En esta etapa se muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, no así entre bloques lo que nos indica que hubo homogeneidad entre los mismos.



Respecto al comportamiento de las diferentes dosificaciones, el ANVA muestra diferencia altamente significativa, el coeficiente de variación de 3.44%, nos muestra que los valores registrados son confiables. Este producto bioactivo estimuló el número de hojas de las plantas, lo cual presupone un efecto sinérgico o aditivo con las auxinas en dicho proceso.

Para determinar los tratamientos de distintas dosificaciones existe significancia y se aplica la prueba de Duncan 5% como se muestra en el cuadro 16.

**Cuadro 16. Prueba Duncan para el área foliar primera etapa**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm <sup>2</sup> )	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	7.156,11	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	6.460,87	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	4.773,77	C

Las medias se analizan en el cuadro 16 mediante la prueba de Duncan, a un nivel de significancia del 5% como se puede observar el promedio más alto obtenido fue el T2 con promedio de 7.156,11 cm<sup>2</sup> y el más bajo fue de 4.773,77 cm<sup>2</sup> en esta primera etapa, esto nos indica que existen diferencias entre las distintas dosis de aplicación del vigortop, además que influyen en el área foliar dadas las condiciones adecuadas de manejo el cultivo de tomillo crece y ramifica muy bien.

El área foliar está asociada con la mayoría de procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos, que incluyen el análisis de crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la asignación de biomasa y el balance de energía (Jonckheere *et al.*, 2004).

El análisis de varianza para el índice de área foliar en esta segunda etapa dio los siguientes resultados que se muestran en el cuadro 17.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para el área foliar segunda etapa**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05
BLOQUE	410.699,86	3	136.899,95	3,55	4,76 NS
TRATAMIENTO	10.942.883,12	2	5.471.441,56	141,71	5,14 **
Error	231.663,62	6	38.610,60		
Total	11.585.246,60	11			

\* = Significativo  
 \*\* = Altamente significativo  
 NS = No significativo

CV = 2,86%

El coeficiente de variación fue de 2,86%, lo cual indica que los datos son confiables, según Calzada (1982), se encuentra en un rango de 0 a 30% cuyo límite no debe ser superado.

Como se puede observar en el cuadro 17 existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos y con respecto a los bloques no se encontró significancia lo cual reporta que hubo precisión en el ensayo.

En el cuadro 18 presenta el resultado de la media de la prueba Duncan al 5% de los diferentes tratamientos.

**Cuadro 18. Prueba Duncan para el área foliar segunda etapa**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm <sup>2</sup> )	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	8.059,43	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	6.853,38	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	5.720,71	C

El promedio más alto obtenido fue el T2 con promedio de 8.059,43 cm<sup>2</sup> y el más bajo fue de 5.720,71 cm<sup>2</sup> en esta segunda etapa, respecto a la primera etapa se muestra

un incremento en el área foliar, a medida que se va incrementando las aplicaciones de vigortop también incrementa su área foliar ya que la planta se va desarrollando constantemente.

Esta diferencia en el promedio de rendimiento puede atribuirse a la constante aplicación por las mañanas en el momento que los estomas se encuentran abiertos, la planta que logra asimilarla como su alimento y de esta forma logra desarrollarse mucho mejor.

El cuadro 19 muestra el análisis de varianza con los datos obtenidos del área foliar de esta tercera etapa se argumenta los efectos estadísticos significativos entre los tratamientos.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para el área foliar tercera etapa**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05
BLOQUE	466.844,13	3	155.614,71	3,04	4,76 NS
TRATAMIENTO	12.804.809,05	2	6.402.404,52	125,27	5,14 **
Error	306.660,18	6	51.110,03		
Total	13.578.313,35	11			

\* = Significativo  
 \*\* = Altamente significativo  
 NS = No significativo

CV = 3,11%

El coeficiente de variación de 3,11% con los datos obtenidos de las distintas dosis de aplicación durante el desarrollo del estudio se encuentra homogéneo estadísticamente.

Se sostiene que a través de la fertilización foliar puede lograrse de inmediato el abastecimiento de nutrientes a la hoja, sin que este proceso sea perjudicial para la absorción radicular o traslocación dentro de la planta, es útil donde se trata de eliminar en forma rápida síntomas de deficiencia, además de completar el abastecimiento de nutrientes.

Dávila *et al.* (2002), efectuaron un experimento aplicando ácidos húmicos al cultivo de Chile Habanero (*Capsicum chinense*), reportaron que la planta incremento su cobertura foliar en un 32,8% con respecto al testigo, según señalan los autores esto es debido a que al aplicar ácidos húmicos y fúlvicos se presenta un mayor crecimiento en los vegetales a través de la aceleración de los procesos respiratorios.

Para determinar los tratamientos de distintas dosificaciones existe significancia y se aplica la prueba de Duncan 5% como se muestra en el cuadro 20.

**Cuadro 20. Prueba Duncan para el área foliar tercera etapa**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm <sup>2</sup> )	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	8.599,72	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	7.132,50	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	6.080,82	C

El promedio más alto lo obtuvo T2 (con dosis de vigortop de 15%) con 8.599,72 cm<sup>2</sup> de área foliar y el más bajo T1 (testigo sin aplicación de vigortop) con 6.080,82 cm<sup>2</sup> en esta tercera etapa (cuadro 20).

Como ya se mencionó que la dosificación de vigortop influye positivamente en el área foliar cabe resaltar que también se debe a los ácidos húmicos y fulvicos que posee el producto que acelera los procesos respiratorios de la planta.

Plata (2002), citado por Morato (2010), señala que, para que exista una máxima eficiencia fotosintética, es necesario que las plantas no compitan entre ellas por nutrientes y agua, la elongación de las células depende principalmente del agua para dilatar la pared celular.

Estas variaciones obtenidas para el carácter de área foliar de la planta, también incumbe principalmente a la aplicación correcta del vigortop, en los horarios adecuados donde la intensidad de luz no sean altas y el comportamiento fisiológico de la planta sea adecuada.

Además se atribuye que este producto promueve el crecimiento y el incremento de follaje en las plantas, acrecentando su superficie fotosintética.

Así mismo Morato (2010), señala que la cobertura obtuvo un promedio entre los niveles de materia orgánica (20 t/ha) y (40 t/ha) un promedio de cobertura foliar de 14,24 y 13,64 cm<sup>2</sup>, respectivamente al nivel (0 t/ha) presento una cobertura de 11,43 cm<sup>2</sup>. Estos resultados de la cobertura foliar, se nota que existe una diferencia del área foliar ya que los resultados obtenidos en el presente estudio son mayores.

### 6.3.5. Diámetro de tallo principal

En el cuadro 21 se presenta el análisis de varianza correspondiente a esta variable donde se observa diferencias significativas entre las distintas dosis de aplicación foliar.

**Cuadro 21. Análisis de varianza para el diámetro de tallo principal**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05	
BLOQUE	9,6E-06	3	3,2E-06	0,12	4,76	NS
TRATAMIENTO	4,4E-04	2	2,2E-04	8,03	5,14	**
Error	1,6E-04	6	2,7E-05			
Total	6,1E-04	11				

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 3, 35%

Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y no así entre bloques lo que nos indica que hubo precisión en el ensayo.

Realizada la prueba Duncan al 5% como se observa en el cuadro 22 muestra diferencias estadísticas para cada tratamiento tal es el caso del tratamiento 2 con una dosis de vigortop de 15% mostro mayor promedio de diámetro 0,16 cm en segundo lugar con dosis de vigortop de 0% y 8% con un promedio de 0,15 centímetros.

**Cuadro 22. Prueba Duncan para el diámetro de tallo principal**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm)	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	0,16	A
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	0,15	B
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	0,15	B

Los promedios que se observan en el cuadro 22 no son tan relevantes con respecto al diámetro de tallo ya que se puede observar que existe una diferenciación continuada entre los tratamientos 1 y 3, el tratamiento 2 obtiene el mayor promedio, esto se debe a que no existe una gran influencia de las dosificaciones para el diámetro de tallo lo cual no inciden en su desarrollo.

Al respecto Morato (2010), en la variable diámetro de tallo obtuvo un promedio de 1,31 cm con (20 t/ha), 1,27 cm con (40 t/ha) y por ultimo 1,23 cm sin aplicación de abono.

Los promedios obtenidos son bajos esto puede deberse a la incorporación de materia orgánica al suelo y no directamente a la hoja, es por eso que tuvo un desarrollo escaso a comparación del estudio realizado por Morato (2010).

Según Velásquez (2013), en un estudio realizado con tres bioabonos en el cultivo de romero el bioabono biol obtuvo mayor crecimiento en el diámetro de tallo con un promedio de 2,7 cm en relación a la otros como el purín con un promedio de 2,97 cm y el té de estiércol que presentó el menor crecimiento con un promedio de 2,72 cm, estos resultados son mayores a comparación del estudio realizado lo cual india que fue influenciado por el bioabono, respecto al diámetro de tallo.

Rodríguez (2007), menciona que el crecimiento por aumento de longitud o formación de órganos laterales resulta de la actividad de los tejidos meristemáticos de los ápices del tallo y raíz. El crecimiento secundario en diámetro es realizado por el cambium del súber y vascular (meristemo lateral).

### 6.3.6. Días a la cosecha

Para esta variable se registró el número de días transcurridos desde el trasplante hasta el momento de la cosecha, así pues se observó en las diferentes unidades experimentales que más del 50% de las plantas llegaron a la floración (Anexo 12), esto se dio a los 125 días.

### 6.3.7. Rendimiento de materia verde

En el cuadro 23 se presenta el análisis de varianza correspondiente a esta variable donde se observa diferencias significativas.

**Cuadro 23. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05
BLOQUE	0,29	3	0,10	0,83	4,76 NS
TRATAMIENTO	27,42	2	13,71	119,76	5,14 **
Error	0,69	6	0,11		
Total	28,39	11			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 13,51%

El análisis de varianza muestra un coeficiente de varianza de 13,51 % lo cual indica que los datos son confiables y se encuentran en los límites aceptables.

Existen diferencias altamente significativas en los tratamientos a distintas concentraciones de dosificación, lo contrario con los bloques no existe ninguna diferencia, esto nos indica que hubo precisión en el ensayo.

Se puede atribuir al vigortop como una fuente de nutrientes que ayudan a enriquecer a la planta, acelerando la elongación y división celular incrementando el rendimiento en materia verde.

Realizada la prueba Duncan al 5% como se observa en el cuadro 24 muestra diferencias estadísticas para cada tratamiento.

**Cuadro 24. Prueba Duncan para el rendimiento de materia verde**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (t/ha)	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	4,55	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	2,03	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	0,94	C

En el cuadro 24 se observa que el T2 con dosis de un 15% de vigortop obtuvo un promedio de 4,55 t/ha seguido por el T3 que obtuvo 2,03 t/ha, respecto al testigo que obtuvo un promedio de 0,94 t/ha, por lo que se atribuye que a mayor concentración de vigortop aplicado mayor será el rendimiento, debido a los ácidos húmicos y fulvicos que posee este producto.

Estos resultados infieren qué plantas más nutridas alcanzan mayor masa foliar y por ende mayor rendimiento de materia verde.

Así mismo Piarpuezán y Burri (2013), en su estudio realizado con la aplicación de tres fertilizantes orgánicos a distintas densidades obtuvieron los siguientes resultados un promedio de 32,93 kg con la aplicación de (Eco Fértil), 33,16 kg con la aplicación de (Ecoabonaza) 33,51 kg, con la aplicación de (Bioway) y un promedio de 36,26 kg sin aplicación de fertilizante.

Al respecto Morato (2010), en el rendimiento de materia verde del cultivo de tomillo obtuvo 4,09 t/ha con la incorporación de abono (40 t/ha), un rendimiento de 3,90 t/ha con (20 t/ha) de abono y por último sin aplicación de abono con un rendimiento de 2,10 t/ha.

### **6.3.8. Rendimiento de materia seca**

La materia seca o extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

En el cuadro 25 se presenta el análisis de varianza correspondiente a esta variable donde se observa diferencias significativas y un coeficiente de variación de 13,54 por ciento.



**Cuadro 25. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca**

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0,05
BLOQUE	0,04	3	0,01	0,49	4,76 NS
TRATAMIENTO	6,89	2	3,45	121,46	5,14 **
Error	0,17	6	0,03		
Total	7,10	11			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

CV = 13,54%

Como se puede observar en el cuadro 25 existen diferencias significativas entre tratamientos, esto quiere decir que las diferentes dosis aplicadas dieron efecto, respecto al rendimiento de materia seca, no existieron diferencias significativas entre bloques lo que nos indica que hubo precisión en el ensayo.

La prueba Duncan cuadro 26 presenta diferencias que se reportaron para los tres tratamientos estudiados.

**Cuadro 26. Prueba Duncan para el rendimiento de materia seca**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (t/Ha)	DUNCAN
T2 (con dosis de Vigortop de 15%)	2,27	A
T3 (con dosis de Vigortop de 8%)	1,01	B
T1 (testigo sin aplicación de Vigortop)	0,45	C

El cuadro 26 muestra que el T2 obtuvo un rendimiento promedio de 2,27 t/ha a comparación del testigo que obtuvo 0,45 t/ha, lo que nos demuestra que la dosis de vigortop contribuye al desarrollo de la planta acelerando la elongación e incentivando al crecimiento de las mismas, de tal forma que se logra obtener un mayor rendimiento en materia seca.

Según Piarpuezán y Burri (2013), que obtuvo un rendimiento expresado en porcentaje de materia seca con la fertilización de Ecoabonaza con el 26.0 % fue un mayor rendimiento, seguido de fertilización química con 22,33%, Bioway con 17,72% y el promedio menor registró Eco fértil con 14,68%, en comparación con el análisis inicial 23,81%.

Al respecto Morato (2010) obtuvo con la aplicación de (40 t/ha) un promedio de 785,05 kg/ha, y con (20 t/ha) un rendimiento de 655,05 kg/ha con respecto al testigo que obtuvo un promedio de 332,94 kg/ha.

#### **6.4. Evaluación económica de costos parciales**

Cabe destacar que los mayores retornos económicos de la evaluación realizada en el presente estudio, no se tomaron en cuenta la instalación del Walipini por lo que se calculó un presupuesto parcial, en que se toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento.

##### **6.4.1. Precio del producto**

El precio del producto que se ha establecido en la gestión que se llevó a cabo el trabajo de estudio fue de 3,50 Bs por cada bolsa de 30 gramos de tomillo fresco.

Para la evaluación se tomó en cuenta la venta al por mayor, un kilogramo de tomillo equivaldría a un aproximado de 34 bolsas de 30 gr lo que suma que por un kilogramo se obtiene 116 Bs.

El cuadro 27 muestra los costos variables para determinar la rentabilidad por cada tratamiento del cultivo de tomillo.

**Cuadro 27. Costos variables de los tratamientos (Bs/ha)**

INSUMOS	UNIDAD	TRATAMIENTOS					
		CANT.	T1	CANT.	T2	CANT.	T3
Costo de semilla	Sobre	500	6.000	500	6.000	500	6.000
Materia orgánica (M.O.)	Tonelada	20	6.500	20	6.500	20	6.500
Mano de obra/traslado M.O.	Jornal	1	250	1	250	1	250
Mano de obra / incorporación M.O.	Jornal	2	250	2	250	2	250
Mano de obra trasp. /deshierbe	Jornal	4	500	4	500	4	500
Mano de obra riego	Jornal	20	2.500	20	2.500	20	2.500
Bolsas de celofán	Paquete	282	1.410	1.365	6.825	609	3.045
Etiquetas	Hoja	940	188	4.550	910	2030	406
Transporte	Camión	12	2.450	57	11.400	25	5.000
Vigortop	Litro	0	0	522	12.528	282	6.768
<b>Costos parciales</b>			20.048		47.663		31.219
<b>Imprevistos (10%)</b>			2.004,8		4.766,3		3.121,9
<b>Costos Totales</b>			22.052,8		52.429,3		34.340,9

En el cuadro 27 de costos variables se observa que el tratamiento dos (T2) con dosis de 15% de vigortop tuvo mayor costo total de 52.429,3 Bs/ha, y el tratamiento con menor costo corresponde al tratamiento uno (T1) sin aplicación de vigortop con 22.052,8 Bs/ha. El cuadro 28 muestra los rendimientos por cada tratamiento en el que se resume de forma general los costos de la producción de tomillo.

**Cuadro 28. Relación beneficio/costo del cultivo de tomillo**

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)		BENEFICIO BRUTO (Bs/ha)	COSTO VARIABLE (Bs/ha)	BENEFICIO NETO (Bs/ha)	B/C (Bs)
	MEDIO	AJUSTADO				
<b>T2</b>	4.550	4.095	450.450	52.429,3	398.020,7	6
<b>T3</b>	2.030	1.827	200.970	34.340,9	166.591,1	3
<b>T1</b>	940	846	93.060	22.052,8	71.172,2	2

El cuadro 28 esta ordenado por los tratamientos en forma descendente según el mayor costo y rendimiento obtenido y en la primera columna los promedios de los tratamientos.

En la segunda columna se observan los rendimientos reducidos en un 10%, el rendimiento ajustado, es el ajuste que se la hace al rendimiento medio en este caso 10%, todo con el fin de reflejar la diferencia entre rendimiento experimental y la que el agricultor podría obtener con la implementación de esta alternativa tecnológica bajo su manejo, al respecto el CYMMYT citado por Perrin (1988) como regla general aplica un ajuste entre el 5% al 30%.

En la tercera columna se observa el beneficio bruto que se obtiene de los rendimientos ajustados por el precio de venta, el que obtuvo un mayor beneficio bruto fue el tratamiento T2 con 450.450 Bs/ha.

En la cuarta columna se tiene los costos totales variables para cada tratamiento el que obtuvo un mayor costo variable fue el tratamiento T2 con 52.429,3 Bs/ha.

La penúltima columna muestra los beneficios netos, donde se ve que el tratamiento T2 tiene mayor beneficio neto con 52.429,3 Bs/ha.

Y la última columna es la más importante, porque muestra la rentabilidad económica de lo que se produce.

Según se observa con la dosis de aplicación de un 15% de vigortop (T2), obtiene mejores resultados económicos, ya que por cada unidad monetaria invertido este se

recupera y además se gana 6,60 Bs; con la dosis de aplicación de un 8% de vigortop (T3) se obtiene un retorno de 3,84 Bs, por cada unidad monetaria invertida, ambos valores son superiores al B/C que presenta el testigo (T1) con el cual se recibe 2,25 Bs de unidad monetaria invertido por lo tanto se recomienda el T2 por tener un mayor beneficio costo.

**Cuadro 29. Análisis económico expresado en \$U\$/ha del cultivo de tomillo**

TRATAMIENTOS	COSTOS	COSTOS	BENEFICIO	BENEFICIO
	VARIABLES	VARIABLES	NETO	NETO
	(Bs/ha)	(\$U\$/ha)	(Bs/ha)	(\$U\$/ha)
<b>T2</b>	52.429,3	7.532,9	398.020,7	57.197,23
<b>T3</b>	34.340,9	4.934	166.591,1	23.935,51
<b>T1</b>	22.052,8	3.168,5	71.172,2	10.225,89

Cabe recalcar que para este análisis económico de esta investigación no se tomó en cuenta los costos de la infraestructura (Walipini).

En el cuadro 29 se muestra en la tercera columna los costos variables obtenidos en \$U\$/ha, siendo el más alto el T2 con una dosis de aplicación de 15% de vigortop con 7532,9 \$U\$; en lo que se refiere al beneficio neto el más alto beneficio se obtuvo también con el T2 con una dosis de aplicación de 15% de vigortop con 57197,23 \$U\$/ha.

Morato (2010), determinó en su análisis de retorno marginal que al pasar del tratamiento de (20 T/ha y 83333 plantas /ha) al (40 Tn/ha y 83333 plantas/ha) el beneficio aumenta 3,96 unidades por cada unidad monetaria invertido.

Así mismo Piarpuezán y Burri (2013), en su estudio realizado con la aplicación fertilizantes químicos a diferentes densidades en el cultivo de tomillo, obtuvieron un beneficio neto más elevado con A3B4 (densidad 30 plantas/m<sup>2</sup>, con fertilización química), con un beneficio neto de \$ 33663,8; con el A2B4 (densidad de 20 plantas/m<sup>2</sup>), por cada dólar invertido generó 7,14 dólares, y por último registraron \$ 2.396 para tratamientos con fertilizante orgánico.

## 7. CONCLUSIONES

Las dosis de aplicación del vigortop influyeron en las variables agronómicas tal es el caso de la altura de planta que llegó a un promedio de 24,67 cm del T2 con dosis de vigortop de 15%, valores superiores a comparación del testigo que no tuvo ninguna aplicación de vigortop con un promedio de 19,13 cm.

Con relación a los tallos laterales se obtuvo una diferencia significativa entre tratamientos, esta variable está ligada también a la altura de planta y también al número de nudos, el número de tallos el que mayor promedio obtuvo fue T2 con dosis de vigortop de 15%, con 45.181 tallos y el testigo registro un valor de 29.367 tallos.

La variable número de nudos también fue influenciada por las dosis de aplicación y la altura de planta obteniendo un promedio de 29.367 nudos del T2 con un 15% de aplicación a comparación del testigo que obtuvo 19.578 nudos sin aplicación.

El vigortop también afecta significativamente a la variable área foliar la cual a su vez está relacionada a la altura de planta, número de nudos y tallos laterales, entre la dosis de vigortop de 15% correspondiente al T2 en la primera etapa se obtuvo 7.156,11 cm<sup>2</sup>, en la segunda etapa 8059,43 cm<sup>2</sup>, en la última etapa 8.599,72 cm<sup>2</sup>, como promedio respectivamente que fueron estadísticamente diferentes al testigo que en la última etapa obtuvo un promedio de 6.080,82 cm<sup>2</sup>.

La dosis de aplicación en relación al diámetro de tallo no mostró diferencias muy significativas entre tratamientos ya que los promedios obtenidos fueron similares entre T3 (con dosis de vigortop de 8%) y T1 (testigo sin aplicación de vigortop), obtuvo un promedio de 0,15 cm y T2 (con dosis de aplicación de 15% de vigortp) con un promedio de 0,16 cm.

La aplicación adecuada es el T2 (con un 15% dosis de vigortop), el rendimiento de tomillo en verde y seco dan diferencias altamente significativas, T2 con un promedio de 4,55 t/ha en materia verde y en materia seca con un promedio de 2,27 t/ha. Ambos niveles fueron estadísticamente diferentes al testigo T1 con un promedio de 0,94 t/ha en materia verde y en seco con un promedio de 0,45 t/ha.

Los costos variables de los tratamientos propuestos indicaron que el tratamiento con mayor beneficio neto fue el T2 con 52.429,3 Bs/ha, el tratamiento que presento un menor beneficio neto es el T1 (testigo sin aplicación de vigortop) con 22.052,8 Bs/ha.

Económicamente en relación al beneficio costo (B/C) se obtuvo con la dosis de aplicación de un 15% (T2) por cada unidad monetaria invertida este se recupera y además se gana 6,60 Bs; con la dosis de aplicación de un 8% de vigortop (T3) se obtiene un retorno de 3,84 Bs, por cada unidad monetaria invertida, ambos valores son superiores al B/C que presenta el testigo (T1) con el cual se recibe 2,25 Bs de unidad monetaria invertida por lo tanto se recomienda el T2 por tener un mayor beneficio costo.

## 8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en el trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

- Por los resultados obtenidos se recomienda el cultivo de tomillo en ambientes protegidos (Walipinis), debido a que se pudo demostrar que la especie se adaptó muy bien a condiciones del experimento.
- Para una mejor producción y comercialización del tomillo, se recomienda realizarlo de productor a consumidor, ya que la producción y rendimiento en kg/ha es buena, mediante la aplicación del producto foliar (vigortop); otra cualidad es la de ser resistente a las plagas y enfermedades, factor muy beneficioso en la producción de tomillo.
- Se recomienda validar el tratamiento T2 con dosis de aplicación de un 15% de vigortop y una densidad de 0,3\*0,4; debido a que presento el mayor rendimiento de materia verde de 4,55 t/ha y 2,27 t/ha en materia seca.
- Realizar estudios de dosificaciones en otros cultivos de hoja ya que este producto (vigortop) es aplicado foliarmente.
- Replicar esta investigación en otros municipios, porque las condiciones agroclimáticas son diferentes, y así obtener mayor información sobre este cultivo.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, S.; BLANCO, J.; GARCÍA, D.; LUCAS, B.; PERAL, D.; RAMOS, S. y VÁZQUEZ, M. 2004. *Thymus praecox* subsp. *Penyalarensis*. En: Especies protegidas de Extremadura: Flora. Indugrafic, S. L. Badajoz. pp. 225-227.

AGROCALIDAD, 2013. Granja del MAGAP Tumbaco. INF No B12079. Quito, Ecuador.

ALCÁNTAR, G. y TREJO, L., 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi-Prensa. México D. F. – México. 438 p.

AOPEB, 2001. Asociación de Organizaciones de Productores Ecológicos de Bolivia normas de AOPEB para productores ecológicos en Bolivia. Séptima Edición, La Paz-Bolivia. pp. 3-5.

ARIZIO, O., 1997. Plantas aromáticas y medicinales primera edición Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. pp. 14-79.

ATLAS ESTADÍSTICO DE MUNICIPIOS, 2003. La Paz, Bolivia.

AVILES, J., 1992. Producción de hortalizas bajo diferentes condiciones micro climáticas en el altiplano. La Paz, Bolivia. 151 p.

BARANAUSKIENE R.; VENSKUTONIS R.; VISKELIS P. y DAM-BRAUSKIENE E., 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agr. Food Chem. 51 p.

BAREÑO, P., 2006. Hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco, manejo agronómico producción y costos. Colombia – Bogotá. pp. 65-72.

BIOTOP, 2012. Folleto informativo de Vigortop. Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA). Oruro – Bolivia.

BLANCO, L.; GONZALES, J. y AUGSTBURGER, H., 1999. Invernaderos campesinos en Bolivia. 2da Ed. COSUDE La Paz, Bolivia. pp. 81-95.

BRAVO, L., 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition Reviews. 333 p.

BRUNETON, J., 2001. Aceites esenciales. Factores de variabilidad de los aceites esenciales. En: Farmacognosia Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 488-491.

BURD, P., 1993. Fenología para curso Internacional de Postgraduados en Meteorología Agrícola. Bet Dagan, Israel. 94 p.

CABRERA, A.; CAÑAS, Y., 2007. Producción orgánica de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), con fines industriales en la obtención de aceites esenciales y deshidratados para infusiones en Loja Loja – Ecuador Tesis de grado Ing. Agr. Ecuador, Universidad Nacional UN. 82 p.

CADAHIA, C., 2005. Fertirrigación; Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Editorial Mundi – Prensa. 3ra. Edición. pp. 128-130.

CALZADA, B., 1982. Métodos Estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica. Tercera Edición en español. Lima, Perú. 352 p.

CIMMYT., 1988. Manual metodológico de evaluación económica. EE.UU., Centro internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. pp. 15-32.

CCI (Corporación Colombia Internacional). 2006. Sistema de información de la oferta agropecuaria ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria) Bogotá – Colombia. 102 p.

CLARO, R., 1985. Manual de Observaciones Fenológicas, Dirección General de Aeronáutica Civil. Dirección Meteorológica. Departamento Meteorológico Agrícola. Chile. 98 p.

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

CRESPO, M., 1989. Cultivo de plantas aromáticas para condimento. Editorial Albatros, SACI Buenos Aires, Argentina. 79 p.

CORTÉS, F., 2005. Histología Vegetal. 5ta edición. Editorial H. Blume. Madrid, España. 73 p.

CORTEZ, G., 2008. Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria virginiana* Duch) bajo niveles de fertilización orgánica en sistema Walipini Provincia

Murillo Ventilla, Tesis de grado Ing. Agr. La Paz-Bolivia Facultad de Agronomía, UMSA. 92 p.

DAPKEVICIUS, B.; LELYVELD, A.; VELDHUIZEN, A.; CROOT, J.; LINSSEN, P., y VENSKUTONIS, R., 2002. Isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Thymus vulgaris* leaves. *J. Nat. Prod.* Vol. 65 (6), 892-896.

DÁVILA, P.; PHATERSON, N. y SANDERS, D., 2002. A humic acid improves growth of Chile Habanero (*Capsicum chinense*) seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition.* pp. 173-184.

ESTAÑOL, B.; RODRÍGUEZ, M.; VOLKE, H.; MEJÍA, P.; SÁNCHEZ, G. y PEÑA, V., 2005. Estudio preliminar sobre manejo nutrimental y aplicación de nematicida para el control de la infección por nematodos de papa. Editorial Terra. pp. 477-485.

FDTA – Valles, 2007. Fundación para el Desarrollo Técnico y Agropecuario de los Valles. Orégano / Manual de cultivo / FDTA – Valle. Cochabamba, Bolivia. pp. 31-43.

FERSINI, A., 1976. Horticultura práctica. Edición Diana, México. 102 p.

FERNANDEZ, R., 1993. En las manos de la ciudad del Alto. Editorial Kiswaras, La Paz Bolivia. pp. 3-10.

FLORES, J., 1996. Manual de carpas solares. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. 72 p.

FLÓREZ, J. 2009. Agricultura ecológica, manual y guía didáctica. Editorial Mundi-Prensa. Primera Edición. Madrid – España. 395 p.

FORONDA, G., 2008. Aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la producción de plantas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en Alto Beni – Sapecho Tesis de grado Ing. Agr. La Paz-Bolivia Facultad de Agronomía, UMSA. 72 p.

FUNDACIÓN UÑATAWI, 2003. Producción, aprovechamiento y uso de especies aromáticas y medicinales. Proyecto Biodiversidad (Cooperación técnica Alemana). La Paz Bolivia. 28 p.

FUSTER, E. y RODRÍGUEZ, G., 2005. Botánica. 7ma edición. Editorial Kapelusz. Buenos Aires, Argentina. 82 p.

FUENTES, V. y GRANDA M., 1984. Estudios fenológicos en plantas medicinales, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" I Rev. Cubana Farm. 62 p.

FREGONI, M., 1986. Some aspects of epigrams nutrition of grapevines. In: A. Alexander ed. foliar fertilization. Proceedings of the first International Symposium of Foliar Fertilization. Sheering agrochemical Division. Berlin – Alemania. pp. 206-213.

GARCÍA, M.; REBOLLAR, M.; GARCÍA, D., 1992. Composición química del aceite esencial de *Thymus vulgaris* L. En la comunidad de Madrid, en: 1ra. Jornada Ibérica de plantas medicinales, Aromáticas y aceites esenciales. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Madrid – España consultado 10 de febrero 2014. Disponible en: <http://www.podernatural.com/index.htm>

GOMEZ, J., 2006. Uso agronómico del tomillo WASTE MERCHES. Almería, España. 77 p.

GONZALES, G. y LÓPEZ, A., 1994. La aplicación de fertilizantes foliares potásicos, ácido giberelico y su relación con las bajas temperaturas en la producción de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* R.) en el municipio de Texcoco, México. Tesis de Grado. Universidad de Chapingo, Chapingo – México. 96 p.

HARTMAN, L., 1990. Invernaderos y ambientes atemperados, FADES. 1ra edición. La Paz – Bolivia, Editorial CECYM. 127 p.

HASSAN, A., 2004. Effect of homo brassinolide on in vitro growth of apical meristems and heat tolerance of banana shoots. International Journal of Agriculture and Biology. pp. 771-775.

HERBOTECNIA, 2012. Post-cosecha. Consultado 15 de Marzo de 2014. Disponible en: <http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha.html>.

INFOAGRO, 2010. El cultivo de tomillo. Consultado 17 de Marzo de 2014. Disponible en: <http://www.infoagro.com/aromaticas/tomillo.htm>

INFOJARDIN, 2012. Bioestimulantes. Consultado 7 de Abril de 2014. Disponible en: <http://www.injojardin.com/consejospracticos/bioestimulantes.html>.

IGLESIAS, M.; PÉREZ, R.; COLL, F., 2000. Brasinoesteroides naturales y análogos sintéticos. Cuba; Laboratorio de Productos Naturales. Facultad de Química. Universidad de la Habana. pp. 3-8.

ITURRY, L., 2002. Manual de construcción y manejo. Plantar Huyu. Ed. Benson Agriculture and food Institute Brigham young University USA. pp. 12-16.

JONCKHEERE, I.; FLECK, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B., COPPIN, P.; BARET, F., 2004. Mediciones lineales en la hoja para la estimación no destructiva del área foliar en vides cv. Chardonnay. Agriculture Technological Agric. Téc. pp. 9-17.

KASS, D., 2006. Fertilidad de suelos. Editorial Mundi – Prensa. 1ra. Edición. Madrid – España. pp. 95-99.

LITTLE, D. y CROTEAU R., 1999. Biochemistry of essential oil terpene. A thirty year overview. En Flavor Chemistry: 30 Year of Progress. Ed. Teranishi, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. pp. 239-253.

MEDINA, J. 1998. Riego por goteo. Editorial Mundi Prensa. pp. 15-18.

MERCOOPSUR, 2010. Agropecuaria. Consultado 18 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.mercoopsur.com.ar/agropecuarias/notas.html>.

MOLLINEDO, D., 2001. Análisis agroeconómico de la producción de plantas aromáticas para la obtención de aceites esenciales La Paz, Tesis de grado Ing. Agr. La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía, UMSA. 108 p.

MORATO, F., 2010. Respuesta del tomillo (*Thymus vulgaris* L.) a diferentes densidades de trasplante y dosis de abono orgánico bajo ambiente protegido en ventilla, el Alto. Tesis de grado Ing. Agr. La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía; UMSA. 104 p.

MUÑOZ, F., 1996. Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y proceso Ed. Mundi Prensa, Madrid España. Consultado 10 de febrero 2014. Disponible en:

<http://www.slideshare.net/Tinerr/obtencion-de-timol-a-partir-de-tomillo>

NÚÑEZ, J., 2000. Fundamentos de Edafología. Segunda Edición. Editorial EUNED. San José- Costa Rica. 117 p.

OCSA, W., 1999. El sistema del Walipini, el Cefoca Editorial, La Paz–Bolivia, primera edición, La Paz-Bolivia. pp. 6-30.

OROZCO, J., 1999. Introducción al cultivo de Plantas aromáticas y Medicinales. Ed. Latina, Medellín Colombia. 82 p.

ORTUÑO, N.; NAVIA, O. y MENESES, E., 2009. Catálogo de bioinsumo, para mejorar la productividad de los cultivos ecológicos y convencionales. PROINPA. La Paz-Bolivia. 80 p.

PERRIN, R., 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económico CIMMYT México. pp. 13-30.

PIARPUEZÁN, O. y BURRI, A., 2013 Evaluación agronómica de tres densidades de siembra en el cultivo de tomillo (*Thymus vulgaris* L.), mediante la aplicación de tres fertilizantes orgánicos, con fines de exportación, en la Parroquia de Yaruqui, Provincia de Pichincha. Tesis de grado Ing. Agr Guaranda – Ecuador Universidad Estatal de Bolívar. 127 p.

PORTA, J.; LÓPEZ, M. y ROQUERO, C., 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi – Prensa. 3ra. Edición. Madrid – España. 960 p.

PROINPA, 2014. Alianza para una agricultura sostenible Srl. Consultado 20 Marzo de 2014 Disponible en: [www.biotopbolivia.org](http://www.biotopbolivia.org)

QUINTANA, M., 2008. Ambientes protegidos, estructuras para la agricultura protegida Ed. Handle, Costa Rica. 75 p.

RAMOS, R., 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis de doctorado. Alicante – España. Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. 335 p.

REY, C., 1993. Selection of thyme (*Thymus vulgaris* L.). International symposium on medicinal and aromatic plants, Tiberius on the Sea of Galilee, Israel. 22-25 Mar. 1993. Acta Horticultura. 410 p.

RODRÍGUEZ, S. 2007. Nutrición y fertilidad de plantas cultivadas. Ed. Huellas. La Paz-Bolivia. pp. 182-243.

SAGPyA, 2008. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación. Informe de Coyuntura Mensual. Octubre 2008. Hierbas Aromáticas y Especies. Consultado 22 de septiembre 2014. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/especies/02\\_Informes/IM\\_OCT08.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/especies/02_Informes/IM_OCT08.pdf).

SANTOS, A., 2007. Manual Agrícola, Editorial Edifarm. 12da Edición. Quito, Ecuador. 430 p.

SENAMHI, 2015. Centro Nacional de Meteorología e Hidrología del Alto. Consultado el 5 de Agosto disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo/meteorologia/boletinmensualprecipitacion2.php>.

SILVA, E. y RODRÍGUEZ, J., 1995. Fertilización de plantaciones frutales. 1ra. Edición. Publicación de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile. 45 p.

SIRA / Convenio SADA – GTZ – IICA, 2005. El cultivo de tomillo. Consultado el 8 de Agosto. Disponible en: [www.Info@sira-arequipa.com.pe](http://www.Info@sira-arequipa.com.pe)

TINGHINO, B., 1997. Terapias Naturales de plantas medicinales. 2da. Edición, editorial Printer Colombiana. 314 p.

TORRENTE, F., 1985. El tomillo aprovechamiento y cultivo. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid – España. pp. 4-17.

VADEMECUM, 2003. Especialidades farmacéuticas. Sexta Ed. La Paz, Bolivia. 327 p.

VELASQUEZ, G., 2013. Evaluación de tres bioabonos en la producción del cultivo del romero (*Rosmarinus officinalis* L.) en la localidad de Titicachi-la paz Tesis de grado Ing. Agr. La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía; UMSA. 82 p.

VILLAGRAN, D., 1994. El cultivo de la frutilla, ministerio de la Agricultura de Chile, Ed. Financiada por el Fondo Agropecuario de Investigación (FIA). pp. 2-15

VILLALVA, R., 2013. Rendimiento de cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cycla*), en relación a diferentes formas de aplicación de un bioinsumo, en base a ácidos húmicos y fúlvicos, bajo ambiente protegido. Tesis de grado Ing. Agr. La Paz-Bolivia, Facultad de Agronomía; UMSA. 112 p.

VILLEGAS, T.; RODRÍGUEZ, M.; TÉLLEZ, I. y ALCÁNTAR G., 2001. Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. Editorial Terra. pp. 97-102.

WINTEY, G., 1999. Foliar fertilizers. American Fruit Grower. Estado de la Florida Estados Unidos de Norteamérica. 36 p.



# ANEXOS

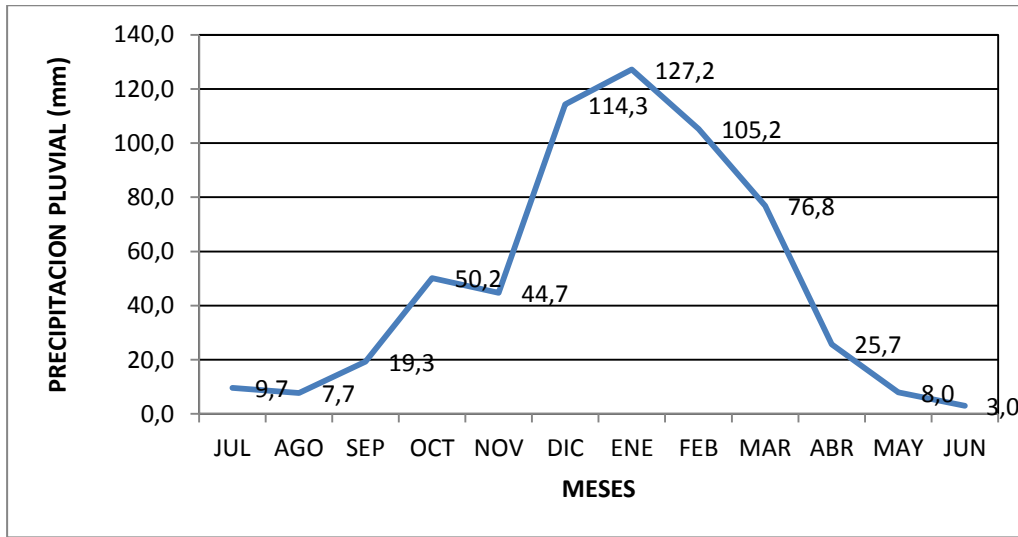


## ANEXO 1. Características morfológicas del tomillo

<b>Mata</b>	<b>Herbácea ramificada.</b>
<b>Forma de copa</b>	Compacta redondeada.
<b>Altura total</b>	30 a 40 cm
<b>Ramas</b>	Tortuosas, erectas, flexibles.
<b>Tallos</b>	Finos, leñosos, ascendentes.
<b>Color de tallos</b>	Verde grisáceo
<b>Tallos primarios / planta</b>	Entre 18 a 25
<b>Tallos secundarios / planta</b>	Entre 5 a 8
<b>Tallos terciarios / planta</b>	Promedio 10
<b>Hojas</b>	Pequeñas, perennes, opuestas en pares, pecioladas.
<b>Forma de las hojas</b>	Entre lanceoladas y ovales.
<b>Borde</b>	Entera, revoluto.
<b>Tamaño de la hoja</b>	Longitud de 4 a 20 mm
<b>Inflorescencia</b>	Racimo terminal, espiguillas.
<b>Color de la flor</b>	Rosadas, blancas.
<b>Androceo</b>	Di dinamo, cuatro estambres: dos largos y dos cortos (sobresalen del tubo de la corola).
<b>Gineceo</b>	Ovario supero bicarpelar unidos.
<b>Fruto</b>	Tetraquenio, lampiño, esquizocarpo, café.
<b>Semilla</b>	Racimos terminales nuececillas, endospermo escaso o ausente.

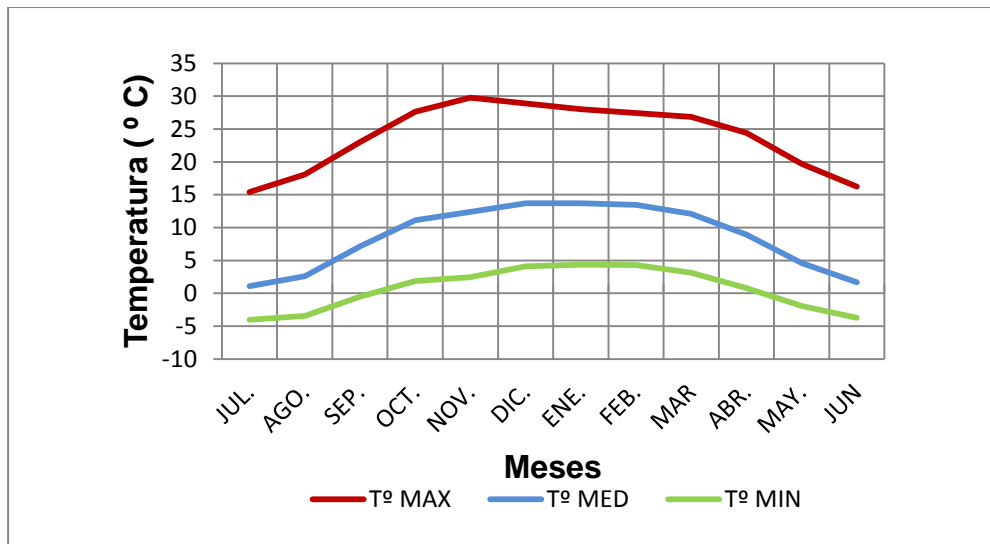
**Fuente:** Fuster, E. y Rodríguez, G. (2005)

## ANEXO 2. Datos climáticos de precipitación de Ventilla



Fuente: SENAHMI (2015)

## ANEXO 3. Datos climáticos de temperatura de Ventilla



Mes	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY.	JUN
T° MIN	-4,03	-3,42	-0,53	1,89	2,45	4,09	4,36	4,29	3,15	0,80	-1,95	-3,73
T° MED	5,13	6,03	7,66	9,22	9,92	9,63	9,35	9,16	8,96	8,14	6,56	5,41
T° MAX	14,30	15,47	15,85	16,54	17,39	15,17	14,34	14,02	14,76	15,48	15,08	14,56

Fuente: SENAHMI (2015)

## ANEXO 4.

### ANÁLISIS FÍSICO – QUIMICO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO
ARENA	38,6	%	Bouyucos
LIMO	32,6	%	
ARCILLA	28,8	%	
CLASE TEXTURAL	F	Denominación	
DENSIDAD REAL	1,12	gr/cm <sup>3</sup>	Picnómetro
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1253,33	uS/m <sup>2</sup>	Potenciómetro
PH	7,46	1:2,5 H <sub>2</sub> O	Potenciómetro
NITRÓGENO	0,1136	%	kjeldahl
CARBONO	1,45	%	Walkley y Black

Análisis realizado en laboratorio de la Facultad de Agronomía (UMSA) 2015.

## ANEXO 5. Análisis de suelo en los predios del laboratorio de la facultad de Agronomía

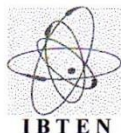


Medición por el metodo de Bouyucos



Toma de temperatura

## ANEXO 6. Análisis físico químico de suelos



### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

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

## ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *DELIA CHIPANA ROCHA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*  
*Provincia MURILLO,*  
*Municipio de ACHOCALLA*  
*Zona VENTILLA.*

NO SOLICITUD: *096 / 2015*  
FECHA DE RECEPCION : *07 / Mayo / 2015*  
FECHA DE ENTREGA : *09 / Junio / 2015*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : Zona Ventilla - VEN 1.*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
299-01 /2015	Fósforo asimilable	145,47	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
299-02 /2015	Calcio intercambiable	11,07	meq/100 g	Absorción atómica
299-03 /2015	Magnesio intercambiable	5,23	meq/100 g	Absorción atómica
299-04 /2015	Sodio intercambiable	2,06	meq/100 g	Emisión atómica
299-05 /2015	Potasio intercambiable	2,95	meq/100 g	Emisión atómica

OBSERVACIONES,- Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: [ibten@entelnet.bo](mailto:ibten@entelnet.bo) \* Página Web: [www.ibten.gob.bo](http://www.ibten.gob.bo)

Análisis realizado por el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN 2015)



## TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO



Anexo 7. Preparación del almacigo



Anexo 8. Preparación del terreno



Anexo 9. Nivelado



Anexo 10. Colocado de malla milimétrica



## LABORES CULTURALES



**Anexo 11. Trasplante**



**Anexo 12. Marbeteado**



**Anexo 13. Escarda**

## COSECHA



Anexo 14. Planta de tomillo en floración



Anexo 15. Cosecha por separado



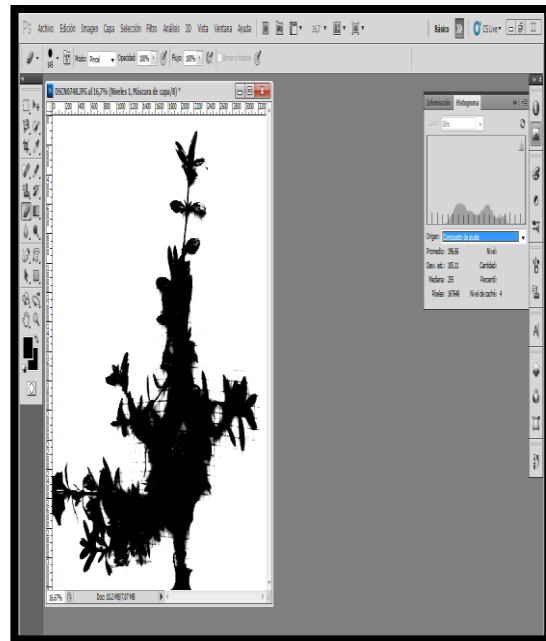
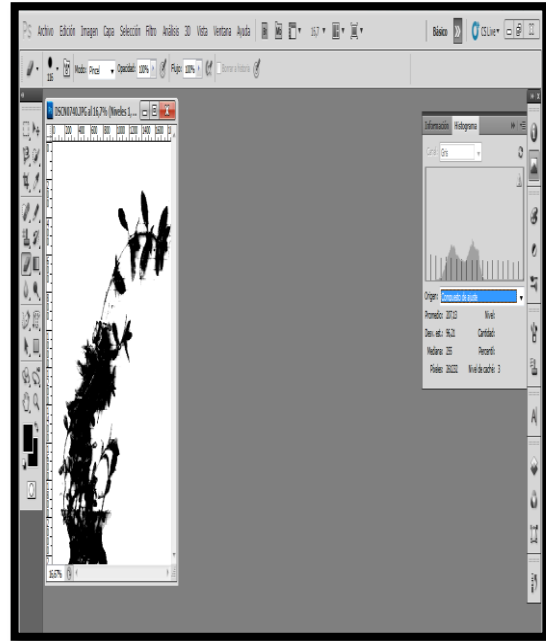
Anexo 16. Empaquetado de tomillo



Anexo 17. Producto final



## PROCESO DE LAS FOTOGRAFÍAS EN EL PROGRAMA PHOTOSHOP



Anexo 18. Fotografía de inicio

Anexo 19. Fotografía procesada en Photoshop