

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



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE CALDO DE HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) EN EL MUNICIPIO DE EL ALTO**

**JHONNY LEONARDO ASPI CHARCAS**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE CALDO DE HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) EN EL MUNICIPIO DE EL ALTO**

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

**JHONNY LEONARDO ASPI CHARCAS**

**ASESORES**

Ing.M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta .....

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

Ing.M.Sc. Juan José Vicente Rojas .....

Ing. Wiliam Murillo Oporto .....

Ing. Milton Indalicio Macías Villalobos .....

**APROBADA**

Presidente Tribunal Examinador .....

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme fortaleza para continuar,  
De igual forma, dedico esta tesis a mi familia,  
por su inmenso amor, dedicación, apoyo y  
confianza a mi querida hermana quien con  
ternura alegro los momentos difíciles, quien  
con amor, cariño y paciencia me apoyaron  
para que culminara mi carrera profesional

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por el don de la vida que me dio, por ser la luz que me ilumina mi vida y camino.

A mi querida familia por todo el cariño que me brindaron, por su apoyo incondicional para concluir el presente trabajo, en especial a mis padres, por su paciencia y tolerancia, mi querida hermana.

A la Universidad Mayor San Andrés y la Facultad de Agronomía por ser parte de la formación profesional que me brindaron, a todos los docentes, por haberme transmitido sus conocimientos quienes me guiaron para concluir mis estudios.

Mis agradecimientos a mi asesor; Ing.M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta, por su apoyo, recomendaciones y consejos, atención y sugerencias para realizar el presente trabajo de estudio.

## INDICE GENERAL

<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	I
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	IV
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	V
<b>ABSTRACT</b> .....	VI
<b>RESUMEN</b> .....	VII

### INDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	2
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
1.2.3. Hipótesis .....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b> .....	3
2.1. Origen del orégano .....	3
2.2. Descripción de la planta .....	3
2.3. Clasificación taxonómica .....	4
2.4. Requerimiento del cultivo .....	4
2.4.1. Clima .....	4
2.4.2. Suelo.....	4
2.4.3. Manejo del cultivo .....	5
2.4.3.1. Preparación del suelo .....	5
2.4.3.2. Abonado .....	5
2.4.4. Propagación .....	6
2.4.4.1. Semilla.....	6
2.4.4.2. Matas .....	6
2.4.4.3. Esquejes .....	7
2.4.5. Deshierbas o escardas .....	7
2.4.6. Cosecha .....	7

2.4.7. Fito sanidad del cultivo .....	8
2.4.7.1. Plagas.....	8
2.4.7.2. Enfermedades.....	9
2.4.8. Comercialización y conservación .....	10
2.4.9. Usos.....	10
2.4.9.1. Aplicaciones culinarias .....	10
2.5. Abonos orgánicos .....	12
2.5.1. Tipos de abonos orgánicos .....	12
2.5.2. Abonos solidos .....	13
2.5.3. Abonos líquidos .....	13
2.5.4. Abono verde .....	13
2.5.5. Abonos foliares orgánicos .....	13
2.5.5.1. Beneficios de los abonos orgánicos .....	13
2.5.5.2. Factores que afectan la absorción foliar .....	13
2.5.5.3. Aspectos a tomar en cuenta en la fertilización foliar .....	14
2.5.5.4. Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar .....	14
2.5.5.5. Absorción de nutrientes mediante las hojas .....	15
2.5.5.6. Rutas de absorción de nutrientes por vía foliar .....	16
2.5.6. Humus de lombriz .....	17
2.5.6.1. Composición del humus de lombriz .....	17
2.5.6.2. Características del humus de lombriz .....	18
2.5.6.3. Caldo de humus de lombriz .....	18
2.5.6.4. Acción del caldo de humus de lombriz como abono foliar .....	19
2.5.6.5. Probables características del caldo de humus de lombriz .....	19
2.5.6.6. Propiedades del caldo de humus de lombriz .....	20
2.5.6.7. Propiedades físicas .....	20
2.5.6.8. Propiedades químicas .....	20
2.5.6.9. Propiedades biológicas .....	21
2.5.6.10. Propiedades nutricionales .....	21
2.6. Acción del caldo de humus de lombriz como abono foliar .....	21
2.7. Nutriente .....	22

2.7.1. Nutrición mineral .....	23
2.7.2. Fertilidad de suelos .....	23
2.7.3. Fertilización y fertilizantes .....	23
2.8. Ambientes atemperados.....	24
2.8.1. Características generales.....	25
<b>3. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Localización .....	26
3.1.1. Ubicación geográfica .....	26
3.1.2. Características Edafo-climáticas de la zona .....	26
3.2. Materiales de estudio .....	27
3.2.1. Material biológico .....	27
3.2.2. Insumos .....	27
3.2.3. Material de campo y herramientas .....	27
3.2.4. Materiales de laboratorio .....	28
3.3. Metodología empleada .....	28
3.3.1. Procedimiento experimental .....	28
3.3.1.1. Habilitación de parcelas .....	28
3.3.1.2. Preparación del suelo .....	29
3.3.1.3. Selección del material vegetal .....	31
3.3.1.4. Trasplante de los plantines .....	31
3.3.1.5. Registro de temperaturas .....	32
3.3.1.6. Manejo del cultivo .....	32
3.3.1.6.1. Escarda .....	32
3.3.1.6.2. Refalle .....	32
3.3.1.6.3. Corte apical .....	33
3.3.1.6.4. Deshierbe .....	33
3.3.1.6.5. Aporque .....	33
3.3.1.6.6. Riego .....	33
3.3.1.6.7. Cosecha.....	34
3.3.1.6.8. Preparación del caldo de humus de lombriz .....	34
3.3.1.6.9. Aplicación del caldo de humus de lombriz .....	34

3.3.1.6.10. Secado .....	35
3.3.2. Método experimental .....	35
3.3.2.1. Análisis estadístico .....	36
3.3.2.2. Método lineal aditivo .....	36
3.3.2.3. Descripción de los tratamientos .....	36
3.3.2.4. Características del área experimental .....	36
3.3.2.5. Croquis del experimento .....	37
3.3.3. Variables de respuesta para el comportamiento del cultivo del orégano .....	37
3.3.3.1. Número de ramas por planta .....	37
3.3.3.2. Altura de planta .....	37
3.3.3.3. Diámetro de copa .....	38
3.3.3.4. Peso fresco por planta .....	38
3.3.3.5. Peso seco por planta.....	38
3.3.4. Análisis económico .....	38
3.3.5. Variable de respuesta económica .....	38
3.3.5.1. Ingreso bruto .....	38
3.3.5.2. Ingreso neto .....	39
3.3.5.3. Relación beneficio/costo.....	39
3.3.6. Transformación de datos .....	39
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES. ....</b>	<b>40</b>
4.1. Descripción de los parámetros de producción .....	40
4.1.1. Descripción de las temperaturas registradas durante el ciclo del cultivo.....	40
4.2. Características del caldo de humus de lombriz.....	41
4.2.1. Altura de planta .....	42
4.2.2. Numero de ramas por planta .....	46
4.2.3. Diámetro de copa .....	49
4.2.4. Peso fresco por planta.....	52
4.2.5. Peso seco por planta .....	56
4.2.6. Variable rendimiento en peso fresco por superficie .....	58

4.3. Análisis económico .....	56
4.3.1. Rendimiento ajustado.....	60
4.3.2. Ingreso bruto.....	61
4.3.3. Ingreso neto.....	61
4.3.4. Relación beneficio/costo por campaña.....	62
5. <b>CONCLUSIONES</b> .....	63
6. <b>RECOMENDACIONES</b> .....	65
7. <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	67

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Taxonomía del cultivo.....	4
<b>Cuadro 2.</b> Insumos.....	27
<b>Cuadro 3.</b> Datos de los parámetros físicos – químicos del análisis de suelo realizado.....	30
<b>Cuadro 4.</b> Descripción de los tratamientos.....	36
<b>Cuadro 5.</b> Análisis físico químico del caldo de humus de lombriz.....	41
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta a la cosecha.....	44
<b>Cuadro 7.</b> Comparación de medias para la altura de planta.....	46
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza para la variable número de ramas por planta a la cosecha.....	47
<b>Cuadro 9.</b> Comparación de medias para número de ramas por planta.....	49
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro de copa a la cosecha.....	51
<b>Cuadro 11.</b> Comparación de medias para diámetro de copa .....	52
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza para la variable peso fresco por planta a la cosecha.....	53
<b>Cuadro 13.</b> Comparación de medias para peso fresco por planta .....	55
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza para la variable peso seco por planta a la cosecha.....	57
<b>Cuadro 15.</b> Comparación de medias para el peso seco.....	58
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento en peso fresco a la cosecha.....	59
<b>Cuadro 17.</b> Comparación de medias para rendimiento en peso fresco.....	60
<b>Cuadro 18.</b> Calculo del rendimiento ajustado para el cultivo de orégano.....	60
<b>Cuadro 19.</b> Ingreso bruto por tratamiento.....	61
<b>Cuadro 20.</b> Ingreso neto por tratamiento.....	61
<b>Cuadro 21.</b> Relación beneficio/costo.....	62

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización geográfica del experimento.....	26
<b>Figura 2.</b> Preparación del área de investigación.....	28
<b>Figura 3.</b> Trasplante de los plantines de orégano.....	31
<b>Figura 4.</b> Registro de temperaturas .....	32
<b>Figura 5.</b> Refalle de plantines de orégano a los 30 días.....	32
<b>Figura 6.</b> Deshierbe.....	33
<b>Figura 7.</b> Aporque del área de investigación.....	33
<b>Figura 8.</b> Riego del cultivo de orégano.....	34
<b>Figura 9.</b> Aplicación del caldo de humus de lombriz.....	35
<b>Figura 10.</b> Secado del cultivo de orégano.....	35
<b>Figura 11.</b> Vista superior del experimento.....	37
<b>Figura 12.</b> Temperaturas registradas durante el desarrollo del cultivo.....	40
<b>Figura 13.</b> Altura de planta respecto a la frecuencia de aplicación.....	42
<b>Figura 14.</b> Número de ramas por planta respecto a la frecuencia.....	47
<b>Figura 15.</b> Diámetro de copa de los plantines respecto a la frecuencia.....	40
<b>Figura 16.</b> Peso fresco de los plantines respecto a la frecuencia.....	52
<b>Figura17.</b> Peso seco por planta respecto a la frecuencia.....	55
<b>Figura 18.</b> Rendimiento en peso fresco por superficie.....	58

## ABSTRACT

The present titled research: Effect of the frequency of application of broth of worm humus in the oregano cultivation (*Origanum vulgare* L.) in the municipality of El Alto, it was developed in the district of Ventilla; with thought about the objectives: To evaluate the effect of the application frequency with broth of worm humus in the oregano crop in the municipality of El Alto, to analyze the behavior of the crop of the oregano with three frequencies of broth humus, to determine the appropriate frequency, to compare the yield of the cultivation and to carry out the production costs for treatment. The mentioned research was carried out in the properties of the smallest Association of Producers of Animals and Vegetables APRODAMH, the used surface was 26,2 m<sup>2</sup>. The manipulated material was plantines of oregano of 4 weeks. The treatments were distributed in a completely randomized design with 4 repetitions tried along the área, where each treatment was conformed by the application of broth of worm humus with three application frequencies. The technique of used sowing or plant was for direct transplant. The averages of the variable plant height with the superior average of 15,6 cm belonging to the treatment 2 application frequency every 7 days, of the variable glass diameter foliage with the superior average of 16,7 cm belonging to the treatment 2 application frequency every 7 days, of the variable weight of fresh for plant is the superior average 72,6 g belonging to the treatment 2 application frequency every 7 days, considered as the best average. The variable dry weight for plant presents the superior average to 8,5 g belonging to the treatment 2 application frequency every considered 7 days that of more content of dry matter. In the analysis of partial costs you can evidence that the treatment with more total cost is the T2 (With application every 7 days) with a total cost of production of Bs582,0, continued by the treatment T3 (With application every 14 days) with a total cost of production of Bs 450,9, finally that of smaller cost of production of the treatment T1 (Without application) with total cost of Bs 349,6. For the variable benefit / cost the best result is obtained with the T2 (With application every 7 days) with a value of 0,7, of which we can determine that none generates benefits and therefore none is profitable.

## Resumen

La presente investigación titulada: Efecto de la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en el municipio de El Alto, fue desarrollado en el distrito de Ventilla; se planteó los objetivos: Evaluar el efecto de la frecuencia de aplicación con caldo de humus de lombriz en el cultivo de orégano en el municipio de El Alto, analizar el comportamiento del cultivo del orégano con tres frecuencias de caldo humus, determinar la frecuencia adecuada, comparar el rendimiento del cultivo y realizar los costos de producción por tratamiento. La mencionada investigación se realizó en los predios de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas APRODAMH, la superficie empleada fue 26,2 m<sup>2</sup>. El material manipulado fue plantines de orégano de 4 semanas. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones tratados a lo largo del ambiente, donde cada tratamiento estaba conformado por la aplicación de caldo de humus de lombriz con tres frecuencias de aplicación. La técnica de siembra empleada fue por trasplante directo. Los promedios de la variable altura de planta se encuentra con el promedio superior de 15,6 cm pertenecientes al tratamiento 2 frecuencia de aplicación cada 7 días, de la variable diámetro de copa se encuentra con el promedio superior de 16,7 cm pertenecientes al tratamiento 2 frecuencia de aplicación cada 7 días, de la variable peso de fresco por planta se encuentra el promedio superior de 72,6 gramos pertenecientes al tratamiento 2 frecuencia de aplicación cada 7 días, considerado como el mejor promedio. La variable peso seco por planta presenta el promedio superior a 8,5 gramos perteneciente al tratamiento 2 frecuencia de aplicación cada 7 días considerado el de mayor contenido de materia seca. En el análisis de costos parciales se puede evidenciar que el tratamiento con mayor costo total es el T2 (Con aplicación cada 7 días) con un costo total de producción de Bs582,0, seguida por el tratamiento T3 (Con aplicación cada 14 días) con un costo total de producción de Bs 450,9, finalmente el de menor costo de producción del tratamiento T1 (Sin aplicación) con costo total de Bs 349,6. Para la variable beneficio / costo se obtiene el mejor resultado con el T2 (Con aplicación cada 7 días) con un valor de 0,7, de los cuales podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable.

## 1. INTRODUCCIÓN

El altiplano boliviano por sus características agro-climáticas, limitan el cultivo de muchas especies, razón por lo que se busca opciones con cultivos que se adapten a dichas condiciones, siendo una de las alternativas el cultivo del orégano (*Origanum vulgare* L.), por ser poco exigente y fácilmente adaptable a suelos áridos y climas fríos. En nuestro país hay aproximadamente 2000 especies de plantas aromáticas, de las cuales 1000 se registran como las más usadas y 500 son comercializadas ampliamente, entre ellas se encuentra el orégano (Castro, 2014).

La horticultura en la actualidad se constituye como la actividad productiva más importante bajo carpa solar o ambientes atemperados; donde están controladas tanto la humedad como la temperatura y se logra producir de forma intensiva; por otra parte el mercado es cada vez más competitivo y exigente lo cual incrementa la necesidad de obtener hortalizas de bajo costo y de alto rendimiento, entre las cuales una sobresaliente es el orégano por sus características aromáticas (Castro, 2014).

Las plantas aromáticas son aquellas que desprenden de sus hojas o flores un aroma más o menos intenso. En cuanto a sus posibles usos cotidianos, cabe destacar los siguientes: como condimento de alimentos para aportar sabor y aroma, uso medicinal curativo o preventivo, utilización como repelente natural de plagas, dentro del ámbito de la agricultura ecológica, una de las principales desventajas en la producción de orégano es la falta de conocimiento técnico en la propagación vegetativa (Castillo, 2009).

El cultivo de orégano, como una planta perenne, aromática, tallos ramificados con gran cantidad de hojas, raíz rastrera; toda la planta contiene pelos glandulares. La planta se utiliza como medicina para calmar el dolor del oído, debido a la acción ligeramente anestésica que posee el aceite esencial, también en cataplasmas para calmar cólicos intestinales y en baños calientes para los dolores musculares y reumáticos, otras aplicaciones en medicina; ataque asmático, expectorante, dolor de dientes, antiespasmódico, diaforético, dolores menstruales y como tónico nervioso (Castillo, 2009).

Castillo (2009), menciona en su guía Orégano hierba aromática y condimentaria, actualmente las hierbas aromáticas se encuentran en alza tanto como en el mercado nacional como internacional, captando el interés de pequeños productores como una

alternativa económica digna de tenerse en cuenta. Son cultivos versátiles que se adaptan a modalidades de mercado cambiantes por sus diversos usos, ya sea como hierbas secas, aceites esenciales, drogas crudas, etc.

La Unidad de Negocios de Especies y Condimentos S.A. (UNEC S.A.), con sede en Sucre, indica que se exporta 450 toneladas anuales de orégano a los mercados de Brasil, Paraguay, Uruguay, Chile. Actualmente Chuquisaca es el mayor productor de esta planta aromática en Bolivia (Melgar, 2004).

## **1.1. ANTECEDENTES**

La fertilización foliar puede ser utilizada para superar problemas exigentes en las raíces cuando estas sufren una actividad limitada debido a temperaturas bajas/altas (<10° C, >40° C), falta de oxígeno en campos inundados, ataque de nematodos que dañan el sistema radicular, y una reducción en la actividad de la raíz durante las etapas reproductivas en las cuales la mayor parte de los foto asimilados es transferida para reproducción, dejando pocos para la respiración de la raíz (Cook & Boynton, 1952).

La nutrición foliar aprobado ser la forma más rápida para curar las deficiencias de nutrientes a acelerar la performance de las plantas en determinadas etapas fisiológicas, además que el cultivo de interés va compitiendo con las malezas, la pulverización foliar localiza los nutrientes solo en aquellas plantas seleccionadas como destino (Melgar, 2004).

La fertilización foliar es una estrategia de nutrición de cultivos ampliamente actualizada y de creciente importancia a nivel mundial. Utilizándolos de manera adecuada, los fertilizantes foliares pueden ser más amigables con el medio ambiente y eficaces que la fertilización al suelo, aunque a veces la respuesta de las plantas a estos tratamientos puede ser variable y muchos de los factores implicados en la eficiencia de fertilización foliar se desconocen al día de hoy.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

- ❖ Evaluar el efecto de la frecuencia de aplicación con caldo de humus de lombriz en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en el municipio de El Alto.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- ❖ Analizar el comportamiento del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.), con tres frecuencias de aplicación de caldo de humus.
- ❖ Determinar la frecuencia adecuada de caldo de humus lombriz.
- ❖ Comparar el rendimiento del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.), bajo diferentes frecuencias de aplicación.
- ❖ Realizar los costos de producción del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.).

### **1.2.3. Hipótesis**

Ha: Existe diferencia entre frecuencias de aplicación con caldo de humus de lombriz en el cultivo de orégano

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Origen del orégano (*Origanum vulgare* L.)**

Es una planta de Europa y Asia Occidental. En Italia crece sobre todo en las colinas y montañas y en España también. Su nombre, que deriva del griego, significa, “esplendor de la montaña”. Se trata de una planta fuertemente olorosa y de gran sabor, en las zonas más cálidas el aroma es de mayor intensidad, el sabor más picante y el perfume más persistente.

ITDG (2013), menciona que tiene su origen en la región mediterránea de Europa. Los principales países productores en América Latina son: México, Brasil, Chile y Costa Rica y también menciona que en Perú existe departamentos que producen en gran escala como ser Tacna, seguido por Moquegua, Ancash y Arequipa.

### **2.2. Descripción de la planta**

Son plantas dicotiledóneas, perennes y ramificadas, poseen un agradable sabor y son muy aromáticas. Las plantas de orégano se caracterizan por poseer un sistema radicular muy ramificado y rizomas también muy ramificados, rastreros y con pequeñas raicillas. El tallo puede ser; erecto o decumbente, aristado, cuadrangular de 30 a 80 cm de altura, a veces de coloración púrpura y más o menos pubescente (Crespo, 1980).

## 2.3. Clasificación taxonómica

**Cuadro 1.** Taxonomía del cultivo

Reino:	Plantae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	Origanum
Especie:	O. vulgare
N. científico:	<i>Origanum vulgare</i> L.
N. común:	Orégano

**Fuente.** Munditrades (2011)

## 2.4. Requerimiento del cultivo

### 2.4.1. Clima

El cultivo del orégano puede desarrollarse desde 50 a 3400 m.s.n.m. es decir casi desde el nivel del mar hasta la zona de las altas montañas. El mayor porcentaje de aceites esenciales se logran en zonas de temperatura fría. El orégano es resistente al frío, sin embargo, las temperaturas menores a 2°C afectan al cultivo de orégano retrasando el crecimiento y quemando los bordes de las hojas, (Soluciones prácticas, 2010).

Es un cultivo de climas templados a templado cálido. Tolera bien las bajas temperaturas, es resistente a heladas. Necesita humedad en el suelo luego de la plantación y durante primavera verano, por lo que en zonas semiáridas se debe cultivar bajo riego, a excepción de los climas fríos, el orégano se puede cultivar en casi todo nuestro país (Curioni, 2006).

### 2.4.2. Suelo

La planta de orégano crece y se desarrolla en diversidad de suelos, de secos a bastante húmedos. Se desarrolla muy bien en suelos sueltos, arcillosos, francos, permeables y ricos en materia orgánica. La planta de orégano prefiere suelos franco-

arenosos, que puede vivir y producir buen orégano hasta los 14 años. En cambio, suelos arcillosos se reduce su vida a cinco años, (Soluciones prácticas, 2010).

El orégano prospera bien en diversidad de suelos; los más aptos son los francos, profundos, permeables con buen drenaje, ya que es sensible a asfixia radicular. También prospera en suelos sueltos silico-arcillosos, humíferos y calcáreos, prefiere suelos levemente ácidos o neutros (Curioni, 2006).

### **2.4.3. Manejo del cultivo**

#### **2.4.3.1. Preparación del suelo**

Elección del área, las plantaciones deben realizarse preferentemente en terrenos de topografía poco ondulada o planos. En terrenos con pendiente se requiere construir terrazas o andenes. Riego machaco o riego barbecho, este realiza tres días antes del arado, removiendo el terreno dos o tres veces con la finalidad de hacer podrir el guano y eliminar las malezas existentes en el suelo y guano, al mismo tiempo eliminar las larvas y plagas del suelo (Indar-Perú, 2014).

La institución citada anteriormente indica que debe hacerse una aradura profunda. La limpieza de la cosecha anterior debe ser muy cuidadosa, debe realizarse al menos dos volteadas para eliminar las malezas, además de desaparecer los terrones. Para mejorar la fertilidad y textura del suelo se recomienda incorporar diez toneladas métricas de estiércol durante la preparación del terreno.

La vida útil del cultivo es de 8 a 10 años, por lo que el suelo tiene tendencia a compactarse, lo que evitaremos mediante las binas y escardas necesarias. Las escardas deben efectuarse cada año en el número suficiente para mantener controladas las malas hierbas y al mismo tiempo, ventilar el terreno (el orégano sufre mucho de asfixia radicular en los casos de estancamiento hídrico). Una vez nivelado el suelo se procede a diseñar los surcos, canales, de madera que facilite el recorrido del agua de riego evitando que existan zonas de empozamiento lo que ocasionaría la muerte de las plantas por el ahogamiento de las raíces (Indar-Perú, 2014).

#### **2.4.3.2. Abonado**

Debe considerarse, para el establecimiento del plan de abono de fondo, la duración del cultivo. Esta puede variar un mínimo de 8 años a un máximo de 10 años. Por lo tanto, se aporta estiércol a razón de 3 a 4 t/ha, que se enterraran en el momento del laboreo

principal (aradura). Además, cada año se deberá asegurar un aporte de los tres elementos fundamentales. Para estimular la vegetación y por tanto la producción de biomasa, se aconsejan valores de 120 – 150 unidades de nitrógeno, equilibrados con aportes de 80 – 100 unidades de fósforo y de 100 – 120 unidades de potasio.

El nitrógeno debe suministrarse en las fases críticas, es decir, en la recuperación vegetativa y tras las siegas. En particular, después de la última recolección, la planta debe recuperar las energías perdidas para superar bien el invierno y es precisamente de lo que depende la producción del año siguiente. En otros términos, el abono debe tender a obtener el máximo, pero también a prolongar lo más posible la duración de la plantación (Infoagro, 2015).

#### **2.4.4. Propagación**

##### **2.4.4.1. Semilla**

El peso medio de 1000 semillas es de 0,035 gramos y su poder germinativo es del 90%, en 23 días a una temperatura media de 20°C. Estudios recientes revelan que las semillas de orégano poseen unos requerimientos lumínicos absolutos para la germinación. Además, dichos requerimientos van acompañados de un rango pequeño de temperaturas óptimas para dicho proceso biológico (típicas de los climas mediterráneos sin grandes oscilaciones de temperaturas). Este rango de temperaturas oscila entre 15-20°C (Castro, 2014).

##### **2.4.4.2. Matas**

Es un método práctico. Para ello se seleccionan buenas plantas madres en otoño, fines de invierno o principio de primavera y se separan matas con raíces a las que se les recorta la parte aérea; luego se disponen en el campo a distancias de 0,6 a 0,8 entre líneas y 0,3 a 0,4 m. entre plantas (Castro, 2014).

El mismo autor señala que la implementación del cultivo por semilla se encuentra menos difundida debido a: que son especies alógamas y, por consiguiente dan lugar a descendencias genéticamente heterogéneas, dificultades en la emergencia y a la baja tasa de crecimiento en las primeras etapas del ciclo y pequeño tamaño de la semilla lo que dificulta su manipuleo.

La propagación por semilla es la indicada en mejoramiento genético vegetal, ya que permite contar con variabilidad genética, sobre la cual se procede a seleccionar

aquellos genotipos con mejores características deseables de acuerdo al objetivo buscado por el mejorador (Hartman, 1992).

#### **2.4.4.3. Esquejes**

Las plantas madres seleccionadas pueden separarse en esquejes que se harán arraigar en vivero para, una vez desarrollados, llevarlos al campo definitivo. En este caso hay que cortar ramitas de unos 10 a 15 cm de largo, hacerlas enraizar y luego plantarlas en la maceta elegida. De cada esqueje justo por debajo de un nudo y quitando las hojas inferiores dejando solo las 2, 3 o 4 superiores (Castro, 2014).

La ventaja de este método es el elevado número de esquejes, que se pueden obtener por planta madre. Se cortan estacas semileñosas o herbáceas (necesitan riego por niebla) que tengan de 3 a 7 nudos, se deshoja la parte inferior para evitar el contacto de las hojas con el medio evitando pudrición y disminuir la pérdida de agua; que podría ocasionar la deshidratación de la estaca, se colocan en camas de enraizamiento y luego, se trasladan al campo (Hartman, 1992).

#### **2.4.5. Deshierbas o escardas**

Deshierbas, para obtener orégano de buena calidad, es muy importante mantener chacra libre de maleza. Así se evita la competencia por los nutrientes del suelo, cuando ocurre esto los tallos de las plantas son delgados y débiles cambiando de color verde a verde claro. Se recomienda realizar mínimo un deshierbo entre corte y corte. Por lo general el primer deshierbo coincide con el corte apical por una sola vez, (Grupo latino, 2015).

Se debe mantener el terreno libre de malezas; ya que es el factor que más incide en la calidad del producto y en la vida útil del cultivo, el control puede ser mecánico con carpidas manuales entre plantas y con escardillo entre surcos, con ello también se favorece la aireación del suelo (Hartman, 1992).

#### **2.4.6. Cosecha**

Corte apical. Es el primer corte apical y se realiza cuando las plantas están bien prendidas, más o menos a los 30 o 45 días de la siembra. Se cortan los tallos y flores con los que se favorece la macollamiento o ramificación de la parte baja de la planta de tal forma que la planta tome cuerpo. Se recomienda usar tijera desinfectada para evitar la propagación de enfermedades (Infojardin, 2010).

Las hojas y flores cortadas se recogen en una manta o saco para ser secados o vendidos. Cuando la inflorescencia está completamente madura es necesario hacer el corte. Se recomienda en este momento aplicar un fungicida y abono foliar, el primero para prevenir la roya y el segundo para acelerar el desarrollo de nuevas ramas (Infojardin, 2010).

Del orégano se cosechan las hojas y las flores, por lo que se recolectan las sumidades floridas, los extremos de las ramas que contienen flores y hojas. La época ideal para la recolección es en plena floración (en general, durante el verano), no antes. Vale esperar a que algunas flores estén marchitas y no precipitarnos cuando empiecen a florecer las primeras, pues la producción de esencia por las flores se incrementa una vez estas ya se han desarrollado totalmente (Orégano, 2010).

En el secado del producto se asiste a un descenso del verde al seco de 4:1 (se reduce en un 85%). La cantidad hojas solo obtenidas de 100 kg de planta fresca es aproximadamente de 15 kg. El producto puede destinarse también a la extracción de la esencia. Los rendimientos son muy variables según la zona del cultivo. Orientativamente oscila alrededor de 2 kg de aceite esencial. Las hojas deben desecarse a la sombra, pues el sol destruirá el aceite esencial; luego han de guardarse en recipientes cerrados herméticamente, en lugares frescos y secos. El secado no es tan delicado como el de la mayor, pero debe efectuarse con la mayor rapidez posible y a una temperatura de 30°C y a la sombra (Grupo Latino, 2015).

#### **2.4.7. Fito sanidad del cultivo**

##### **2.4.7.1. Plagas.**

Existen diversas especies de insectos que causan daño al orégano incidiendo en el área foliar (pulgones, arañita roja, polilla, gusanos cortadores) (Grupo Latino, 2015).

Los pulgones (*Aphis sp.*) son las especies que absorben los jugos vitales (savia) de la planta y al mismo tiempo son transmisores de enfermedades. Proliferan rápidamente. Su ataque es generalmente en los meses de invierno (mayo-julio). El control se realiza utilizando insecticidas a base de tabaco, ceniza y otros productos caseros, es muy exitoso. La arañita roja, esta plaga se presenta cuando hay sequía y las plantas están con hojas tiernas. (Soluciones prácticas, 2012).

El ataque se caracteriza por que la planta se recubre de una tela muy fina dentro la cual se encuentran estos ácaros, limitando la capacidad fotosintética de la planta. A consecuencia de todo ello las hojas se tornan amarillentas y se caen, llegando hasta secar los tallos, provocando pérdidas fuertes si no se controla a tiempo. (Soluciones prácticas, 2012).

Para su control, en casos leves se recomienda los riegos más frecuentes; para ataques severos usar acaricidas (Progargite) en las dosis indicadas en las etiquetas y siempre después del riego. Para cuidar la calidad del orégano se recomienda no aplicar estos productos dentro los 30 días anteriores a la cosecha, (Soluciones prácticas, 2012).

Artrópodos plaga del orégano. Con tiempo seco el acaro *Tetranychus urticae*, también conocido como “Arañita Roja”, puede atacar a los órganos verdes de la planta. La succión de los contenidos celulares por parte del acaro provoca la desecación de los mismos, induciendo un aspecto como manchado a la cara superior de las hojas. La araña amarilla teje sobre los vegetales una fina tela la cual da origen a su nombre, el *Tetranychus* tejedor. El mejor método de control es el riego pesado y profundo que logra “lavar” el terreno y hojas de este acaro, la utilización de azufre (espolvoreo), ayuda a controlar la incidencia del acaro.

#### **2.4.7.2. Enfermedades.**

Es importante considerar que las enfermedades en un cultivo se presentan cuando existen condiciones favorables para su desarrollo. Estos factores son: alta humedad, incidencia solar y balance desnutricional; asimismo, todo control que se realice es a nivel preventivo, ya que cuando la enfermedad aparece, su control es muy difícil.

Hongos de suelo. Se ha encontrado un complejo de hongos perteneciente a los géneros *Fusarium*, *Rhizoctnia*, provocan necrosis a nivel del cuello y de las raíces. El marchitamiento del pie de las plantas afectadas se caracteriza por la presencia de ramas secas y de hojas con manchas amarillas, pardas y negras. El hongo está presente, sobre todo, desde primavera en los suelos húmedos y compactos, propensos a los encharcamientos (Soluciones prácticas, 2012).

Hongos foliares. Una de las más importantes enfermedades del orégano es el *Colletotrichum spp.* causante de necrosis foliares que deprecian la cantidad de producción en verde. Los síntomas que se observan primero son unas pequeñas manchas pardas sobre las hojas y los tallos, y si no se trata a tiempo, termina por necrosar el resto de la planta, pudiendo matarla (Soluciones prácticas, 2012).

Enfermedades de origen viral. Sobre cultivos de orégano ha sido detectados y aislados los virus causantes del mosaico de la alfalfa (AMV) y del pepino (CMV). Estos virus son transmitidos por vectores como son los pulgones. Los síntomas observados sobre el orégano han sido manchas amarillas y blanquecinas sobre las hojas una deformación y un marchitamiento de aquellas, retardando y después parando el crecimiento de la planta (Soluciones prácticas, 2012).

#### **2.4.8. Comercialización y conservación**

Las ramitas con las flores de orégano deben ser secadas apenas cosechadas, lo mas velozmente posible colgados debajo de cabeza en lugares secos, oscuros y ventilados para que no pierda sus características. Una vez secos, deben ser recobradas las hojas y las flores, desmigajados y guardados en potes de vidrio (Indar-Perú, 2014).

El orégano no pierde su aroma con la desecación. Las cumbres floridas del orégano se recogen al principio de la floración cortándolas con todas las ramas. Es bien, si la planta solo tiene un año de vida, hacer un solo corte, al segundo año es posible dos cortes, uno en julio y el otro por septiembre a octubre. Las ramitas con las flores del orégano apenas deben ser secadas (Indar-Perú, 2014).

#### **2.4.9. Usos**

##### **2.4.9.1. Aplicaciones culinarias**

El orégano es una de las plantas más comunes a la hora de ser empleada en preparaciones de cocina. Es que se trata de una hierba muy aromática, que aplica su toque distintivo en cada plato en el que se lo pone. Conoce más sobre las propiedades culinarias de esta magnífica planta (Miranda, 2016).

El orégano es una de las plantas más populares dentro el uso gastronómico, siendo su uso realmente remoto y extendido en todo el mundo, aunque el origen propiamente de

la planta es propiamente dicho del mediterráneo y algunas zonas del cercano oriente (Miranda, 2016).

Sus hojas pueden emplearse tanto secas, desde el comienzo de la cocción, como bien frescas, añadiéndose a último momento en los preparados que lo integren. De todas formas, su sabor característico se hará notar claramente. Su uso en la cocina, es realmente amplio, aunque lo más común es que se lo emplee para condimentar pizzas, aceites, rellenos, embutidos, charcutería y otros tipos de carnes además de guisados y varias salsas (Miranda, 2016).

### **Propiedades medicinales**

#### **Efecto antimicrobiano**

Según Miranda (2016), indica los siguientes puntos:

- ✓ El efecto antibacteriano y anti fúngico, aceite esencial timol y carvacrol inhiben la reproducción de algunas especies de bacterias.
- ✓ Provoca la muerte del *Staphylococcus aureus* que es resistente a los antibióticos.
- ✓ Los científicos de la Universidad Utah confirmaron que el orégano es eficaz contra los estreptococos, que causan neumonía y otras infecciones que afectan al tracto respiratorio superior.
- ✓ La investigación también muestra que el aceite esencial de orégano en la composición evita el crecimiento de *Salmonella* y *E. coli*.
- ✓ El orégano mata bacterias más rápido que muchos medicamentos.
- ✓ Incluso la planta es extremadamente eficaz contra el hongo de la levadura.
- ✓ Los enjuagues bucales que contienen timol – el aceite esencial del orégano posee propiedades antibacterianas y protege las encías, disminuye el dolor de muelas.

#### **Propiedades antitumorales**

Según Miranda (2016), indica los siguientes puntos:

- ✓ La composición de los condimentos que incluyen muchas fotoquímicas que retardan el crecimiento de células cancerosas.
- ✓ Se ha encontrado que el extracto de esta hierba promueve la destrucción de los tumores malignos en el colon.

- ✓ El orégano es también presente *camoso*— compuesto fito químico, mostro una tendencia positiva en el tratamiento de ciertos tipos de cáncer, como el cáncer de mama en las mujeres, el cáncer de la sangre, piel, colon y próstata.
- ✓ La apoptosis (muerte espontanea) de células mutantes es estimulada en cáncer de la próstata y otros.

## **2.5. Abonos orgánicos**

Vigliola (1992), sostiene que la fuente más importante en las huertas es el estiércol, que por su aporte de materia orgánica posee una acción física pues favorece la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos que elaboran sustancias cementantes y aglutinantes, y también una acción química; ya que la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricalcico.

Guerrero (1993), por su parte dice que son sustancias que están constituidos por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Lampkin (1998), define a la materia orgánica activa como: una cantidad considerable de restos de planta todavía en descomposición activa, en proceso de convertirse en material microbiano y estancias húmicas.

Labrador (1996), materia orgánica son los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos, son sometidos a un constante proceso de transformación.

El abono orgánico, es un fertilizante que proviene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (desechos de la cocina, desechos de animales, el hombre y restos vegetales). El abono orgánico se puede obtener en forma casera, y es un abono “rico”, con el cual las plantas se alimentan (INTA, 2007).

### **2.5.1. Tipos de abonos orgánicos**

Existen varios tipos de abonos orgánicos, los cuales se diferencian por su forma de preparación, materiales empleados, tiempo de elaboración y forma de aplicación. Estos pueden ser agrupados en tres grupos (Infoagro, 2004).

Guerrero (1993), clasifica los abonos líquidos de la siguiente manera:

- ✓ Los denominados Bioles, obtenidos por fermentación anaeróbica en biodigestores.
- ✓ Caldo de humus de lombriz.
- ✓ Purines, procedentes del efluente de los establos.
- ✓ Te de estiércol, de elaboración parecido al Biol.
- ✓ Purines con especies vegetales, el mismo tiene una definición distinta al obtenido en establos.

### **2.5.2. Abonos solidos**

Estiércol, compost, humus de lombriz o lombricompost, bocashi.

### **2.5.3. Abonos líquidos**

De producción aeróbica Abono Orgánico Líquido Aeróbico (A.O.L.A.), de producción anaeróbica (biol).

### **2.5.4. Abono verde**

Plantas (forrajeras, leguminosas, etc.)

### **2.5.5. Abonos foliares orgánicos**

Los abonos líquidos orgánicos, son abonos obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos que generalmente se aplican foliarmente (Gomero, 1999).

Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), señala que la aplicación foliar de fertilizantes, se realiza con aspersiones áreas por medio de pulverizadores específicos. Estas aspersiones se pueden combinar con prácticas terapéuticas del cultivo tales como el uso de insecticidas y fungicidas. La aplicación foliar es tanto una forma de corrección complementaria de fertilización como una forma única de suministro de algunos elementos principalmente los micronutrientes.

#### **2.5.5.1. Beneficios de los abonos orgánicos**

Martínez y Ramírez (2000), señalan que los beneficios del abono líquido son: aumentar la producción de los cultivos, dar resistencia a las plantas al ataque de plagas y enfermedades, permitir que soporte mejor las condiciones climáticas drásticas de sequía y helada.

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

Para Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), los factores que afectan la absorción foliar son los siguientes:

- ✓ **Temperatura.** A medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20°C y 26°C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción nutritiva aplicada. Después de los 28°C, comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución.
- ✓ **Humedad relativa.** Al aumentar la humedad relativa ambiental la permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar es mayor, aumentando la probabilidad de su absorción.
- ✓ **Edad de la hoja.** Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.
- ✓ **Luz.** Este factor es importante para una óptima fotosíntesis, en consecuencia, habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

#### 2.5.5.3. Aspectos a tomar en cuenta en la fertilización foliar

- ✓ **Tamaño de gota.** Estudios sobre la aplicación foliar consideran que las gotas pequeñas cubren un área más grande y aumentan la eficiencia de las aplicaciones foliares, tomando en cuenta que son absorbidas con mayor facilidad. Sin embargo, cuando las gotas son demasiado pequeñas (menos de 100 micrones), podría ocurrir una desviación por acción del viento y por ende poca absorción de elementos presentes en el fertilizante a aplicarse (Tambillo, 2002).

#### 2.5.5.4. Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar

Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), hace mención a diferentes aspectos que deben ser considerados para la aplicación foliar, señalando lo siguiente:

- ✓ **Momento de aplicación.** Si la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos en los cultivos es foliar los mejores horarios para hacer esta tarea son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las 10 de la mañana, después de las 4 de la tarde, para aprovechar que hay una mayor apertura de los estomas (donde hay difusión de elementos vía foliar). Se recomienda que su aplicación sea realizada preferentemente de la parte de debajo de las hojas hacia arriba (Restrepo, 2002).
- ✓ **Volumen de la solución**  
El volumen aplicado de la solución tiene un efecto significativo sobre la eficacia de la absorción de nutrientes. El volumen de la solución debe ser tal, que sea

suficiente para cubrir completamente el follaje de la planta, pero no demasiado alto para que se escurra de las hojas (Tambillo, 2002).

#### **2.5.5.5. Absorción de nutrientes mediante las hojas**

Murillo (2013), describe que esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis. Una vez que el nutriente ha ingresado al citoplasma de las células epidermales, la movilización de este ocurre en forma relativamente expedita.

El mismo autor señala que la principal barrera que el nutriente debe atravesar es la cutícula, la cual está compuesta de ceras. Las características físico-químicas del nutriente, tales como tamaño y polaridad controlan la tasa de absorción.

La absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar como un proceso compuesto de tres etapas:

**Etapa 1.** Retención del producto en la hoja. En esta etapa, el nutriente es aplicado por aspersión sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta. Generalmente en condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula; la temperatura media (20°C) y el uso de agentes tenso activos ayuda a que la gota que contiene los nutrientes se mantenga más tiempo en contacto con la superficie foliar (Gómez, 2004).

**Etapa 2.** Transporte del nutriente a las células. Esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales (Bautista, 2018).

**Etapa 3.** Movimiento del nutriente hasta los órganos. En este paso los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino (Bautista, 2018).

#### **2.5.5.6. Rutas de absorción de nutrientes por vía foliar**

Murillo (2013), menciona que los estomas son pequeños poros localizados en la superficie de las hojas; se consideran parte de la epidermis y esta compuestos por células modificadas que tienen la capacidad de abrirse y cerrarse para regular el intercambio gaseoso. Por ejemplo, a través de los estomas ocurre la entrada de dióxido de carbono y la salida de oxígeno, subproducto de la fotosíntesis, así como la salida de vapor de agua en los procesos de transpiración.

El mismo autor señala que al contrario a la creencia popular, la absorción de nutrientes a través de los estomas es poco probable, se le atribuye la mayoría de la absorción a la cutícula. Se considera que la absorción por estomas es difícil porque el contacto gota-estoma es mínimo, debido a que las gotas son mas grandes que la apertura estomática, y porque el agua tiene alta tensión superficial (Schonherr y Bukovac, 1978).

Adicionalmente, la difusión del soluto tendría que ocurrir mayoritariamente de una fase líquida a una gaseosa, lo que es probable. La cutícula, por su mayor capacidad de interceptación de las gotas, su elevada superficie de contacto y su composición química, es considerada la ruta predominante en el proceso de absorción foliar (Fernández *et al.*, 2015).

Cuando los solutos se mueven a través de las distintas capas de la hoja, interactúan con las ceras epicuticulares, la cutícula, las capas de pectina, la pared celular y la membrana celular. Los solutos se difunden a través de las capas de la hoja, debido a un gradiente de concentración que se establece entre la disolución aplicada sobre la superficie de la hoja y la concentración de soluto en las células.

(Wagner *et al.*, 2004), se han propuesto dos posibles rutas de absorción de nutrientes, la primera ruta se denomina acuosa y en ella intervienen la cutina y la pectina, en tanto la segunda es considerada lipídica e involucra a las porciones no polares de la cutícula. De acuerdo con Shaheen y colaboradores (1981), en la ruta acuosa, luego de atravesar la capa epicuticular en la superficie de la hoja, el nutriente se mueve por las secciones donde se encuentran los componentes polares. Por el contrario, en la ruta lipídica los solutos no polares atraviesan la barrera cuticular por difusión molecular a través de los componentes lipofílicos; se cree que la difusión de las sustancias ocurre a través de las ceras que se encuentran en estado amorfo.

En el pasado se ha sugerido que los ectodesmos, canales perpendiculares a la cutícula, constituyen también posibles zonas de absorción de nutrientes. Tales estructuras son zonas ubicadas entre la cutícula y la membrana celular de las células epidérmicas, donde la deposición de ceras, cutina, pectina, celulosa, etc. Ha sido limitada, lo que forma una especie de canal conector entre la superficie de la cutícula y la célula, por donde se facilita el flujo de solutos (Wagner *et al.*, 2004).

Sin embargo, la importancia de los ectodesmos en el proceso de absorción foliar no ha sido confirmada. Recientemente, se han descubierto poros acuosos que se forman producto de la hidratación de dipolos permanentes de grupos funcionales iónicos que se encuentran en la base de tricomas y en las paredes anticlinales de la epidermis. Estos poros acuosos, aparentemente, tienen la capacidad de facilitar la absorción de solutos a través de la cutícula y el movimiento del soluto hasta la pared celular de las células epidérmicas (Schonherr, 2006).

#### **2.5.6. Humus de lombriz**

Bautista (2018), indica que el humus de lombriz es una fuente abono utilizada en la producción de cultivos. Resulta de la recolección de deposiciones de lombrices, las cuales son mantenidas en criaderos, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad.

##### **2.5.6.1. Composición del humus del lombriz**

El abono producido por las lombrices no tiene restricciones para su uso y contribuye a lograr resultados positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es un material natural que no es tóxico para los humanos, los animales, las plantas o el ambiente a diferencia de los fertilizantes químicos, este puede ser utilizado puro, sin riesgo de afectar a las plantas, además de mejorar la producción de ellas, también conserva e incrementa la fertilidad de los suelos, mejora su estructura, retiene de manera óptima el agua y el aire, reduce la contaminación y tiene sustancias activas que favorecen las condiciones del suelo y de las plantas que crecen sobre él (Capistran *et al.*, 2004).

Sin embargo se puede mencionar que esta tiene altas tasas de microorganismo, como bacterias, actinomicetos y hongos (Capistran *et al.*, 2004). También contiene niveles medios de fitohormonas como citoquininas, giberelinas y auxinas. Así mismo se ha

consignado que tiene un alto nivel de actividad enzimática de los grupos deshidrogenasa, fosfatasa y ureasa.

#### **2.5.6.2. Características del humus de lombriz**

Bautista (2018), hace una comparación entre el humus de lombriz y otros abonos orgánicos en la cual resalta las siguientes características:

- ✓ Es muy concentrado (1 tonelada de humus de lombriz equivale a 10 toneladas de estiércol).
- ✓ No se pierde el nitrógeno por descomposición.
- ✓ Tiene un alto contenido de microorganismos y enzimas que ayudan en la desintegración de la materia orgánica (la carga bacteriana es un billón por gramo).
- ✓ Tiene un alto contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas.
- ✓ Tiene un pH estable entre 7 y 7,5.

#### **2.5.6.3. Caldo de humus de lombriz**

El caldo de humus de lombriz es una difusión líquida de una rica composta siendo un abono foliar muy potente para la alimentación de cualquier tipo de planta, con el proceso de “extraer” los minerales y microorganismos que están en el humus de la composta, se produce un líquido de manera 100% natural, orgánico y además rico en minerales y así se hacen disponibles para las plantas (Capistran *et al.*, 2004).

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

Canelas (2002) citado por Ortuño (s/f), indica que el humus líquido (parte soluble en medio alcalino del humus de lombriz) contiene los elementos solubles más importantes presentes en el humus sólido, entre ellos las huminas, los ácidos húmicos, fulvicos, etc. El humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales.

El anterior autor también menciona que aplicado al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización, ya que se hace asimilable en todo su espectro los macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales. Crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos como las bacterias, hongos, etc. Que impiden el desarrollo de los patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo de enfermedades. Además estimula el suelo a desarrollar su propio humus, ya que incorpora y descompone los residuos vegetales en el suelo.

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

#### **2.5.6.4. Acción del caldo de humus de lombriz como abono foliar**

Sánchez (2003), indica “como se sabe, los nutrientes se absorben directamente a través de la hojas, que a su vez estimula el desarrollo de raíces ya que la planta comienza a exigir más agua.”

Almaguer *et al.* (2012), menciona que el humus de lombriz sólido puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo a lo que se denomina comúnmente como “humus líquido” que al ser aplicado foliarmente actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de alguno de los principales nutrientes solubles en el mismo.

El Grupo Técnico de Biofabricas y Plátano (2004), recomienda el método de decantación para obtener dichas soluciones, sin embargo, pueden existir otros métodos que sean más efectivos que este.

#### **2.5.6.5. Probables características del caldo de humus de lombriz**

Canelas *et al.* (2002) citado por Ortuño (s/f), describe las características observadas en su experimento:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Es un abono bio-orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Alta carga microbiana, que restaura la actividad biológica del suelo.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis, sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del caldo de humus es equilibrada que nos permite colocar una semilla directamente sin ningún riesgo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura. Tiene la capacidad de liberar nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Repelente natural contra ácaros. Mosca blanca y pulgones, actúa como fungicida natural en el suelo y en la superficie de la planta.
- Incrementa el tamaño de los tallos y hojas de la planta.

#### **2.5.6.6. Propiedades del caldo de humus de lombriz**

Hernani (2013), indica que las propiedades del humus de lombriz, se puede clasificar en los siguientes:

#### **2.5.6.7. Propiedades físicas**

- Balance y corrige el pH en suelos ácidos (lo nivela 7,5 o 7,8).
- Equilibra el desarrollo de hongos.
- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados, mejora la porosidad del suelo.
- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo, incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo, ayudando a la retención de energía calórica.
- Favorece en un buen desarrollo de las raíces de las plantas.

#### **2.5.6.8. Propiedades químicas**

- Incrementa la disponibilidad del nitrógeno como fosforo y azufre, fundamentalmente nitrógeno.
- Estabiliza la estabilidad del suelo, debido a su alto poder de tampón en activar los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.

- Incrementa la eficiencia de fertilización particularmente nitrógeno.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

#### **2.5.6.9. Propiedades biológicas**

- El humus es una fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- Contiene altas poblaciones de microorganismos que colaboran en los procesos de formación del suelo, solubilizan nutrientes para ponerlos a disposición de las plantas.

#### **2.5.6.10. Propiedades nutricionales**

Además de los macro nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio, pequeñas cantidades de micro nutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre, significa que proporciona una dieta completa a las plantas (Miranda, 2016).

#### **2.6. Acción del caldo de humus de lombriz como abono foliar**

Según Casco & Iglesias (2005), considera que el desarrollo de bio productos promisorios (caldo de humus de lombriz), es una estrategia novedosa, considerada dentro de las tecnologías limpias, que permitiría a mediano plazo reducir el uso de agro químicos rutinariamente utilizados, proporcionándole a la planta respuesta inmediata a la ausencia de determinados elementos químicos de manera más asimilable por la planta además de ser de fácil manipulación por el agricultor.

Sánchez (2003), indica “como se sabe, los nutrientes se absorben directamente a través de las hojas de la planta ellos se abren camino por las raíces, pero también estimulan la actividad en las hojas, que a su vez estimula el desarrollo de las raíces, ya que las plantas comienzan a exigir más agua”.

El humus de lombriz es considerado el abono orgánico con mejor potencial de la utilización, ya que se produce fácilmente en bajos costos.

Almaguer *et al.* (2012), mencionan que el humus de lombriz puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo al que se le denomina comúnmente como “humus liquido”, que al ser aplicado foliarmente actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de principales nutrientes solubles del mismo.

Gonzales (2003), informa que la utilización de abonos orgánicos como humus de lombriz, tiene signos muy favorables en la producción de hortalizas, frutales y forraje. Así mismo Nicola (2002), llegó a la conclusión que se puede utilizar como fuente nutricional en los cultivos hortícolas.

## **2.7. Nutriente**

Es aquel que es requerido para el ciclo de vida normal de un organismo y cuyas funciones no pueden ser sustituidas por otros compuestos químicos. Además tiene que demostrarse que el elemento o nutriente está directamente involucrado en la nutrición, ya sea formando parte de un metabolito esencial o como activador de un sistema esencial de enzimas (Chilon, 1997).

Los criterios de esencialidad de un nutriente, en relación a la fisiología vegetal, son: aparece en todos los vegetales, no puede ser sustituido por otro nutriente. Su deficiencia o carencia provoca alteraciones en el metabolismo, fisiopatías o la muerte de la planta (García *et al.*, 2010).

Se comprobó que la división de los nutrientes de las plantas en macro y micro nutrientes es arbitraria, ya que muchas veces en la planta los contenidos de los macro y micro nutrientes son iguales y a veces los últimos se encuentran en mayor proporción, por ejemplo el contenido de hierro y manganeso en los tejidos vegetales son tan casi tan altos como los contenidos de azufre y magnesio (Chilon, 1997).

Por ello más que clasificarlos nutrientes de las plantas por su contenido en los tejidos vegetales es más apropiado clasificarlos por el rol que desempeñan, es decir de acuerdo a su comportamiento bioquímico, funciones fisiológicas y formas de absorción.

El potasio reduce la concentración de ácido oxálico, contribuye a dar carnosidad a las hojas y a mantenerlas túrgidas durante un largo periodo. El fósforo actúa reduciendo también la concentración de la vitamina C. El fósforo y el potasio se distribuye durante la preparación del terreno, mientras que el nitrógeno se adiciona antes de la siembra en una proporción del 30%. En cobertura el nitrógeno se aportara con una frecuencia de 15 a 20 días. También es conveniente emplear el potasio en abonado de cobertura (Infojardin, 2010).

### **2.7.1. Nutrición mineral**

Capacidad de células vivas, de absorber sustancias químicas nutritivas del medio ambiente y utilizarlas en la síntesis de sus propios componentes celulares como fuente de energía, los nutrientes esenciales requeridos para las plantas son exclusivamente de naturaleza inorgánicas (Chilon, 1997).

### **2.7.2. Fertilidad de suelos**

La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable (Garcia *et al.*, 2010).

La asimilabilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo no depende solo de la forma química en que se encuentran, sino también que es función del clima, de la genética de la planta, de su estado de desarrollo, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las prácticas culturales (Garcia *et al.*, 2010).

La fertilidad de los suelos y la nutrición de las plantas, constituyen un importante apoyo científico y tecnológico para garantizar buenas cosechas sin afectar las bases productivas del suelo, por el contrario restituyen los nutrientes que son extraídos por las plantas (Chilon, 1997).

### **2.7.3. Fertilización y fertilizantes**

Los fertilizantes que se emplean para preparar soluciones nutritivas no son 100% puros ya que contienen materias inertes como partículas de arena, arcilla y limo, para formular una solución nutritiva se debe tener en cuenta el grado de pureza de los fertilizantes (Chilon, 1997).

Los fertilizantes permiten restituir a los suelos los elementos nutritivos que las plantas extraen, o que los suelos pierden por lavado, retro grabación y erosión, poniendo en disposición de los cultivos los nutrientes que precisan en cada momento, dicho de otro modo el agricultor con los fertilizantes mantiene llena la despensa de nutrientes, que en parte es el suelo (Garcia *et al.*, 2010).

La riqueza de los fertilizantes que aportan fósforo, potasio, calcio y magnesio no están expresada directamente como elemento (P, K, Ca, Mg) sino como compuestos ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ), de tal forma que se debe usar un factor de conversión para conocer la cantidad del elemento que contiene el fertilizante (Chilon, 1997).

- ✓ **Fertilizantes naturales o abonos orgánicos.** Actúan sobre todo mejorando las propiedades físicas y químicas de los suelos y su actividad biológica y adicionalmente incorporan cantidades de nutrientes variables según el origen (Chilon, 1997).
- ✓ **Fertilizantes químicos o minerales.** Aportan la mayor parte de los nutrientes que la planta precisa. Los abonos minerales permiten producir plantas sanas y vigorosas, que en parte después se incorporan al suelo manteniendo e incluso elevando su contenido en humus (García *et al.*, 2010).
- ✓ Son sales solubles, con variables riquezas (Ley de minerales), las cuales no se deben colocar junto las semillas por que estas se deshidratan, se incrementa la conductividad eléctrica del suelo, aumenta la presión osmótica y ocurre la plasmólisis de las células vegetales (Chilon, 1997).

## **2.8. Ambientes atemperados**

FAO (1990) indica que, los sistemas de cultivos atemperados surgen en el país como respuesta a la frustración de no poder encarar problemas estructurales en el altiplano. Sin embargo, aunque los ambientes atemperados no pueden solucionar problemas de fondo, sin pueden tener importancia en el rol del desarrollo.

Los ambientes atemperados o invernaderos son ambientes que crean microclimas aptos para el desarrollo de los cultivos, que de otra manera no se desarrolla a la intemperie (Porco y Terrazas, 2009).

El anterior autor también menciona que si bien tenemos una carpa de la dimensión que veamos conveniente, el espacio utilizado para cultivos debería ser por lo menos del 70% o aproximarse a este porcentaje, si el área utilizada fuera de 60%, o menor se estuviese perdiendo espacio y efectividad en la producción, por tal razón no sería rentable.

Los ambientes atemperados es una construcción más sofisticada para la producción de cultivos más delicados. Que la construcción por lo general es sencillo, se utilizan adobes para los muros, maderas o fierros de construcción para el armazón del techo y agro film o calamina plástica para la cubierta (Hartmann, 1990).

Desde el punto de vista técnico productiva ayudan a prolongar la época de producción agrícola durante el año y combaten a la dureza climática, Posibilita el cultivo de especies agrícolas en una estación no adecuada para la zona (Hartmann, 1990).

En valles bolivianos se han desarrollado diferentes tipos de carpas solares. Las mas comunes son el tipo túnel, media agua y dos aguas; de estos el que mejor resultado son los contruidos de media agua (Hartmann, 1990).

### **2.8.1. Características generales**

Los ambientes atemperados presentan algunas características generales que son:

- ✓ **Orientación.** Flores (1996) indica que, un ambiente atemperado debidamente orientado permitirá captar la mayor concentración de luz y temperatura, durante mayor tiempo, lo que favorece obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo obteniendo excelentes resultados.

(Hartmann, 1990) comenta que, la lámina de protección o techo de un ambiente atemperado, en el hemisferio sur debe orientarse hacia el norte, con el objeto de captar la mayor cantidad de radiación solar, de esta manera, el eje longitudinal esta orientado de este a oeste.

- ✓ **Cubiertas.** Flores (1996) menciona que, para construir una carpa solar por la forma de techo, previamente se debe tomar en cuenta el material con el cual se va a cubrir el techo, a continuación da a conocer las características de ellos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en los predios de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH), el cual se encuentra en el municipio de El Alto, que se encuentra ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, registrada a 13 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente situado a 16°37'07" de latitud sur y a 68°10'19" de longitud oeste a una altitud de 3870 msnm (I.G.M., 2006).



Figura 1. Localización geográfica del experimento

##### 3.1.2. Características Edafo – Climáticas de la zona

✓ **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 18°C y una humedad relativa de 56% con una precipitación anual de 425 mm por año (Senamhi, 2018).

Las características climáticas del lugar es frígido, típico del altiplano con una temperatura que fluctúa entre los 18°C media. Las temperaturas llegan a variar tanto dentro como fuera del ambiente protegido, de 18 a 19°C en la parte externa y 35 a

45°C en la parte interna, durante la noche tiene una variación de -2°C a 5°C y 8° C a 12 °C en la parte interna como promedio.

- ✓ **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 al sur oeste y una capa arable de 25cm.
- ✓ **Vegetación.** Presenta vegetación forestal de especies como ser: Kiswara (Buddleja coriacea), Keñua (Polylepis incana) y Pino (Pinus canarinsis).

### 3.2. Materiales de estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó una serie de materiales las cuales se muestran a continuación.

#### 3.2.1. Material biológico

##### Recolección del material vegetal

Los materiales biológicos utilizados en campo fueron:

- **Plantines de orégano.** Se utilizó plantines de orégano, la misma que se obtuvo de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH), en la ciudad de El Alto.
- **Abono foliar.** Se utilizó humus de lombriz recolectada de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH), de la ciudad de El Alto, con el fin de realizar el caldo de humus de lombriz.

#### 3.2.2. Insumos

Los insumos empleados fueron humus de lombriz y agua en las siguientes cantidades:

**Cuadro 2.** Insumos

Insumo	Cantidad del experimento	Origen
Humus de lombriz	10 kg	APRODAMH
Agua	40 l	Agua potable

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

#### 3.2.3. Material de campo y herramientas

Los materiales de campo empleados fueron:

- Marbetes

- Flexómetro
- Regadera
- Estacas
- Tijera de jardinería
- Picota
- Cuaderno de campo
- Termómetro de máximos y mínimos.

#### **3.2.4. Materiales de laboratorio**

Los materiales de laboratorio utilizadas en la investigación fueron:

- Balanza analítica de capacidad de un kilo
- Análisis de suelo del área experimental
- Análisis del caldo de humus de lombriz
- Cámara fotográfica

### **3.3. Metodología empleada**

#### **3.3.1. Procedimiento experimental**

El presente trabajo se realizó en uno de los invernaderos de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH).

##### **3.3.1.1. Habilitación de parcelas**

De manera inicial la parcela se hallaba en descanso para lo cual se preparó para el posterior uso en el experimento.

Para la habilitación del área de estudio, se procedió a delimitar el espacio para el emplazamiento de las unidades experimentales con una cinta métrica y estacas.



**Figura 2.** Preparación del área de investigación

### **3.3.1.2. Preparación del suelo**

Previamente a la preparación del suelo se realizó el respectivo análisis de suelo correspondiente al ciclo de producción y tomando en cuenta las diferentes características del suelo, como se describe a continuación:

Se procedió a realizar un muestreo del suelo, el mismo que se obtuvo tomando pequeñas muestras de toda el área de estudio en forma de zigzag, mezclándolas repetidas veces, consiguientemente se procedió a tamizar el suelo para evitar la presencia de grava en la muestra; posteriormente cuarteándolas para así obtener una muestra completa y homogénea del suelo.

Este muestreo se obtuvo llegando a una profundidad de 20 cm, debido a que el cultivo en estudio presenta un sistema radicular superficial, obteniendo 1 kg de suelo.

A continuación se preparó el suelo y removió durante un jornal de laboreo, el cual se realizó con el uso de herramientas manuales, realizando una limpieza de restos vegetales, la remoción del suelo fue a una profundidad de 0,30 m, esto con el fin de obtener un suelo suelto y mullido de tal manera que favorezca las labores de siembra y asegurar el prendimiento de los plantines.

**Cuadro 3.** Datos de los parámetros físicos - químicos, del análisis de suelo realizado  
Laboratorio IBTEN

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
Arena	46	%
Arcilla	22	%
Limo	32	%
Clase textural	Franco	-
Grava	9,4	%
Carbonatos libres	Presente	-
pH en agua 1:5	6,55	-
pH en KCl 1:5	5,99	-
Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,700	dS/m
Acidez de cambio (Al + H)	0,40	meq/100 g
Calcio	16,78	meq/100 g
Magnesio	5,08	meq/100 g
Sodio	0,60	meq/100 g
Potasio	3,52	meq/100 g
Suma de bases	25,97	meq/100 g
Capacidad de Intercambio catiónico	26,38	meq/100 g
% de saturación	98,5	%
Materia orgánica	11,75	%
Nitrógeno total	0,617	%
Fosforo asimilable	249,21	ppm

**Fuente.** Laboratorio IBTEN (2019)

De acuerdo al análisis físico químico de la muestra de suelo enviado al laboratorio que se observa en el cuadro N° 3, presenta una textura franco, con diferentes proporciones de arena 46%, arcilla 22% y limo 32%, considerada moderadamente liviana y con un alto contenido de materia orgánica de 11,75%, teniendo un pH de 6,55 neutro que se encuentra en un rango aceptable (6,50 a 7,50) para el desarrollo del cultivo de orégano.

Cabe señalar que la conductividad eléctrica que presenta el suelo es de 0,700 dS/m lo que nos indica que no hay problemas de sales.

Mencionar también que el análisis mostró que el suelo tiene la capacidad de intercambio catiónico de 26,38 meq/100 g, lo cual nos indica que cuenta con una capacidad alta de fertilidad potencial del suelo. El contenido de nitrógenos totales es de 0,617 siendo un alto porcentaje el cual beneficia a la planta.

### **3.3.1.3. Selección del material vegetal**

La selección del material se realizó el mismo día de la plantación de los plantines, la actividad inicio a primeras horas de la mañana, se procedió con mucho cuidado la extracción de los plantines de cada uno de los vasitos y con la ayuda de una tijera de jardinería y una regla para realizar la medida de los plantines que tenía que ser de 15 cm de largo, donde cada tratamiento requerido de 28 plantines teniendo como total 336 plantines para todo el estudio.

### **3.3.1.4. Trasplante de los plantines**

El trasplante se realizó en horas de la mañana, los plantines tenían la medida de 15 cm de altura de los cuales 5 cm se descubrió quitando las hojas, para luego introducirlas al suelo.

Horas previas al trasplante se regó con abundante agua a las unidades experimentales, esto para facilitar la labor, consiguientemente se utilizó un punzón de madera para abrir hoyos en cada una de las hileras a distancia de densidad de trasplante de 0,25 m entre plantas y 0,25 m entre surcos, colocando en cada hoyo una plántula de orégano teniendo cuidado de que los tallos no queden doblados ni maltratados.



**Figura 3.** Trasplante de los plantines de orégano

### 3.3.1.5. Registro de temperaturas

El registro de temperaturas dentro del ambiente protegido (Carpa solar) se obtuvo utilizando un termómetro de máximas y mínimas, instalando en medio del cultivo a una altura de un metro, evitando la radiación directa esto con el fin de evitar registros erróneos de temperatura.



**Figura 4.** Registro de temperaturas

### 3.3.1.6. Manejo del cultivo

#### 3.3.1.6.1. Escarda

Se realizó esta labor una vez cada dos semanas con una chonta, al aplicarse el riego con el paso del tiempo se va formando costras sobre la superficie, impidiendo la penetración del agua y el aire.

#### 3.3.1.6.2. Refalle

El refalle de las plantas se realizó a los 15 días después del trasplante, reemplazando a las plantas perdidas con plantas nuevas. Esta práctica se efectuó con el propósito de uniformizar la población de los diferentes tratamientos.



**Figura 5.** Refalle de plantines de orégano a los 30 días

#### **3.3.1.6.3. Corte apical**

Teniendo la población total viva de los tratamientos se procedió a cortar la parte apical con la ayuda d una tijera de podar a los 45 días después de la plantación. Esta práctica se realiza con el objeto de evitar la floración antes de tiempo y obtener un tamaño razonable y frondoso de tallos y hojas.

#### **3.3.1.6.4. Deshierbe**

Está práctica se realizó durante toda la investigación, dicha labor comenzó a los 30 días después del trasplante, luego fue cada 15 días la forma de sacado de las hierbas fue manualmente con mucho cuidado si dañar las plántulas.



**Figura 6.** Deshierbe

#### **3.3.1.6.5. Aporque**

Durante el desarrollo del cultivo se realizó el aporque a los 45 días después del trasplante, teniendo cuidado de no cubrir la parte del cuello con el suelo.



**Figura 7.** Aporque del área de investigación

#### **3.3.1.6.6. Riego**

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

tiempo de media hora, proveniente de una fuente de recolección de agua de lluvia en un estanque de reserva.



**Figura 8.** Riego del cultivo de orégano

#### **3.3.1.6.7. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente con la ayuda de una tijera de podar a los 60, 90 y 120 días después del trasplante en cada uno de los tratamientos, la poda se realizó dejando cinco centímetros por encima de cuello para una nueva brotación

#### **3.3.1.6.8. Preparación del caldo de humus**

El preparado del caldo de humus de lombriz, se realizó con la finalidad de extraer los minerales y microorganismos que están en el humus de lombriz se usó una proporción de 1:1 por cada kilogramo de humus de lombriz se usó 1 litro de agua la cual se puso a disponibilidad de uso al cabo de tres días, considerándolo como un proceso de elaboración aeróbico. Posteriormente, 1 litro de caldo de humus se diluyó en 4 litros de agua para su aplicación foliar (Cadena, 2014).

#### **3.3.1.6.9. Aplicación del caldo de humus de lombriz**

La aplicación del caldo de humus de lombriz fue efectuada a partir de los 31 días después de la siembra, se aplicaron de la siguiente manera:

Frecuencia 1: Sin aplicación con caldo de humus de lombriz, testigo.

Frecuencia 2: Con aplicación de caldo de humus de lombriz, con una frecuencia de 7 días, (una vez por semana), pero las cuales durante el ciclo productivo fueron 12 aplicaciones.

Frecuencia 3: Con aplicación de caldo de humus de lombriz con una frecuencia de 14 días (una vez por cada dos semanas), las cuales durante el ciclo productivo fueron 6 aplicaciones.



**Figura 9.** Aplicación del caldo de humus de lombriz

#### **3.3.1.6.10. Secado**

El secado de hojas y tallos fue de forma artesanal, esta actividad se realizó seguido de la cosecha durante una semana en un ambiente ventilado y sin humedad.



**Figura 10.** Secado del cultivo de orégano

#### **3.3.2. Método experimental**

El método experimental utilizado en el presente trabajo de investigación fue un diseño completamente al azar, según la metodología planteada por Ochoa (2009), la cual toma en cuenta como tratamiento la frecuencia de aplicación de fertilizante foliar.

Calzada (1982), menciona un método estadístico utilizado para determinar la contribución de varios factores en un simple evento o resultado con un total de tres tratamientos y 4 repeticiones.

### 3.3.2.1. Análisis estadístico

Para demostrar las diferencias entre los tratamientos se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y las pruebas de significancia de medias mediante las pruebas de Duncan, procesados por el paquete estadístico S. A. S. versión 6.2, mediante el procedimiento ANOVA.

### 3.3.2.2. Método lineal aditivo

Se realizó bajo el siguiente modelo estadístico (Calzada, 1982).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general del experimento

$\alpha_i$  = Efecto de  $i$  – esima frecuencia de aplicación con caldo de humus de lombriz.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

### 3.3.2.3. Descripción de los tratamientos

**Cuadro 4.** Descripción de los tratamientos

Frecuencia de aplicación	Tratamiento
F1 sin aplicación	T1
F2 con aplicación (7 días)	T2
F3 con aplicación (14 días)	T3

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

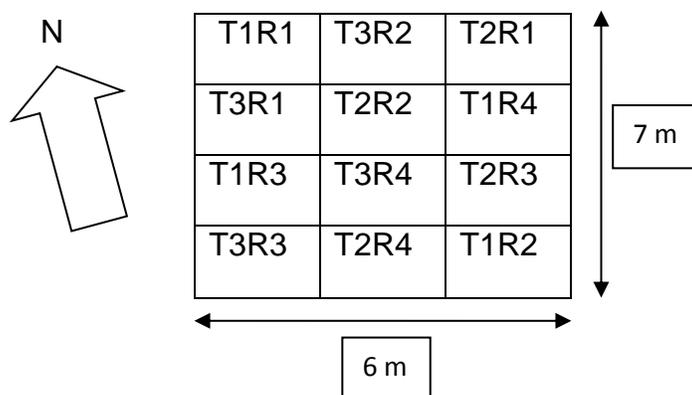
### 3.3.2.4. Características del área experimental

La distribución de las unidades experimentales se realizó en todo el ambiente a temperado, teniendo las siguientes dimensiones:

- Largo de la carpa solar: 21 m
- Ancho total de la carpa: 7 m

- Superficie total de la carpa: 147 m<sup>2</sup>
- Número de platabandas totales: 3
- Área total del ensayo: 42 m<sup>2</sup>
- Distancia entre plantas: 0,25 m
- Distancia entre hileras: 0,25 m
- Número de hileras por platabanda: 4
- Número de plantas totales: 336

### 3.3.2.5. Croquis del experimento



**Figura 11.** Vista superior del experimento

### 3.3.3. Variables de respuesta para el comportamiento del cultivo del orégano

Las principales características estimadas como variable de evaluación fueron:

#### 3.3.3.1. Número de ramas por planta

La variable número de brotes se define como la cantidad de nuevas ramas emergidas después de la siembra de esquejes. Para dicha variable se procedió mediante el conteo manual, se tomaron en cuenta a seis plantas del centro de cada uno de los tratamientos tomando en cuenta las ramas más representativas laterales y las centrales que contaron con un mayor desarrollo, se procedió a medir a los 60, 90 y 120 días después del trasplante, posterior a la toma de datos se procedió a promediar los tres resultados obtenidos.

#### 3.3.3.2. Altura de planta

Se define como la altura en centímetros que obtuvo cada plantín de acuerdo a cada tratamiento (frecuencia de aplicación foliar) de plantín que se evaluó, para la altura de

planta se tomaron en cuenta ocho plantas por unidad experimental, en el cual se midió desde el momento que hubo un homogéneo prendimiento de los plantines, se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja superior con la ayuda de un flexómetro a los 60, 90 y 120 días después del trasplante, posterior a la toma de datos se procedió a promediar los tres resultados obtenidos.

#### **3.3.3.3. Diámetro de la copa**

Para el diámetro de copa se obtuvo de cada plantin de acuerdo a cada tratamiento, para diámetro de copa se tomaron en cuenta ocho plantas por unidad experimental, en el cual se midió desde el momento que hubo un homogéneo prendimiento de los plantines, se midió la copa de cada planta de extremo a extremo con la ayuda de un fluxómetro a los 60, 90 y 120 días después del trasplante, posterior a la toma de datos se procedió a promediar los tres resultados obtenidos.

#### **3.3.3.4. Peso fresco por planta**

Para el peso fresco por planta, se realizó el corte de las ramas apicales y medias de la mata, a cinco centímetros del cuello de la raíz, para luego llevar a cabo el pesaje correspondiente con una balanza analítica.

#### **3.3.3.5. Peso seco por planta**

Una vez pesado la materia verde se prosigue a llevar las muestras a un lugar ventilado pero evitando la humedad y colocar cuidadosamente en unas platabandas previa identificación que tiene como objeto realizar el secado artesanal con temperaturas variadas siendo la temperatura máxima promedio de 15,64 °C y la temperatura mínima promedio de 12,36 °C durante una semana.

#### **3.3.4. Análisis económico**

El desglose y deducción de las formulas para la evaluación económica, descrito por Perrin *et al.* (1988), es la siguiente:

#### **3.3.5. Variable de respuesta económica**

##### **3.3.5.1. Ingreso bruto**

También llamado ingreso total (IT), resulta de multiplicar la producción total (qt) por el precio del producto unitario (pq).

$$\mathbf{IB = IT = qt \times pq}$$

### **3.3.5.2. Ingreso neto**

También llamado utilidades, ganancias, etc. Resulta de la diferencia existente entre el ingreso bruto (IB) y costos totales (CT) de producción.

$$\mathbf{IN = IB - CT}$$

### **3.3.5.3. Relación Beneficio / Costo**

La relación beneficio – costo compara el valor actual de los benéficos proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión (Sapag, 2011).

$$\mathbf{RBC = IB/CT}$$

La relación beneficio / costo 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 en 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 existen beneficios económicos, por lo tanto el cultivo con cierto sistema de producción no es rentable, el agricultor pierde.

### **3.3.6. Transformación de datos**

Según Calzada (1982), la transformación de datos se realiza, si los datos numéricos están dados en proporciones sin denominador común, (como por ejemplo: porcentaje de plantas enfermas por parcela), entonces la distribución tiende a adquirir la forma binomial y además los tratamientos no contribuyen por igual a formar el error experimental, razón por lo que es recomendable la transformación angular. La transformación angular consiste en hallar para cada dato del experimento el seno del

$$\text{arco } \sqrt{\frac{x}{100}}$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

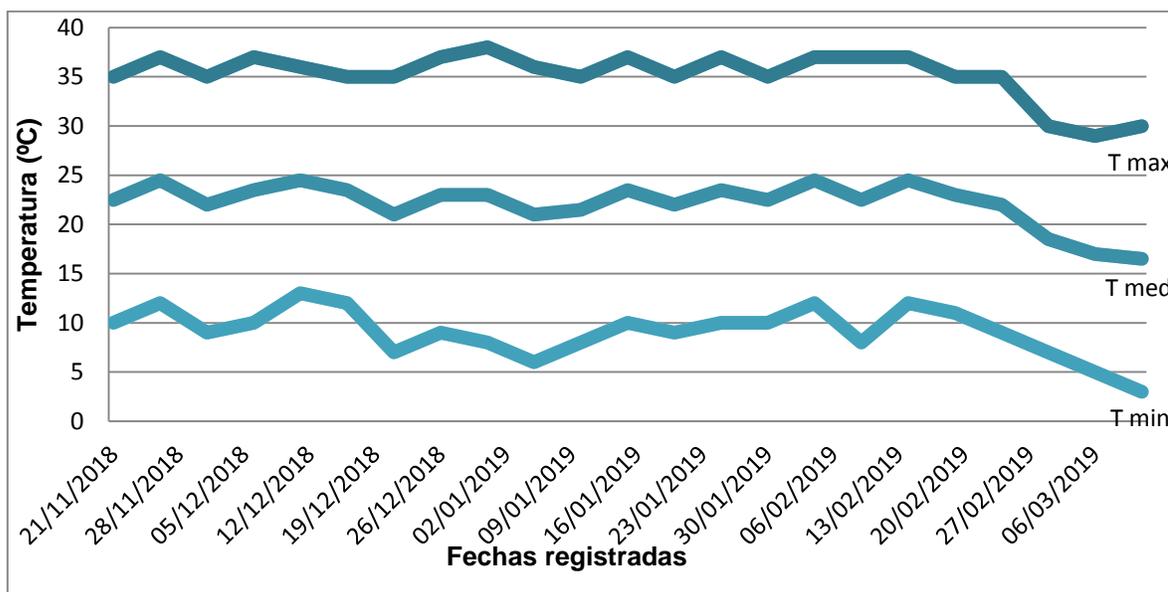
Los resultados derivados del presente trabajo de investigación, expresan los efectos de los factores en estudio, los cuales son descritos a continuación:

### 4.1. Descripción de los parámetros de producción

#### 4.1.1. Descripción de las temperaturas registradas durante el ciclo del cultivo

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 (Flores, 2009).

En vista a lo mencionado anteriormente se consideró necesario realizar un seguimiento de las variaciones térmicas registradas durante el experimento, se registró las temperaturas máximas y mínimas en el interior del ambiente protegido llevando un seguimiento de cada 5 días.



**Figura 12.** Temperaturas registradas durante el desarrollo del cultivo

En la figura 12 se observa una disminución en la temperatura de manera gradual en la investigación, se observa, temperaturas máximas altas en el mes de enero y diciembre alcanzando los 38° C posterior al mes de marzo se registró una disminución en la temperatura promedio con 30° C.

Flores (2009), menciona que la temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actuar en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal.

En relación Serrano (1980), señala que el orégano es una planta de clima templado que soporta temperaturas bajas, de hasta 5° C bajo cero y temperaturas óptimas para un buen desarrollo de hasta 15 a 18° C, fuera de estos parámetros tiende el entallamiento y floración.

Galvan (1994), explica que como sucede en todos los vegetales, el ritmo de crecimiento al estar regulado por reacciones metabólicas y a su vez ellas, catalizadas por diferentes enzimas, la temperatura juega un rol fundamental en determinar la velocidad, la tasa de incremento de materia fresca o seca, o cualquier otro parámetro que cuantifique el crecimiento.

Por lo tanto, las temperaturas que se presentaron en el ensayo estuvieron de acuerdo a las exigencias del cultivo.

#### 4.2. Características del caldo de humus de lombriz

**Cuadro 5.** Análisis físico – químico del caldo de humus de lombriz (IBTEN, 2019)

Parámetro	Resultado	Unidades
Nitrógeno	550.000	mg/L N
Fosforo	47,300	mg/L P
Potasio	13,978	mg/L K
Sodio	0,003	mg/L Na
Carbono orgánico	0,26	mg/L
Calcio	167,202	mg/L Ca
Magnesio	70,004	mg/L Mg
Hierro	0,86	mg/L Fe
Manganeso	<0,033	mg/L Mn
Cobre	<0,045	mg/L Cu
Zinc	0,09	mg/L Zn
pH	6,25	
Conductividad eléctrica	2,55	mS / cm

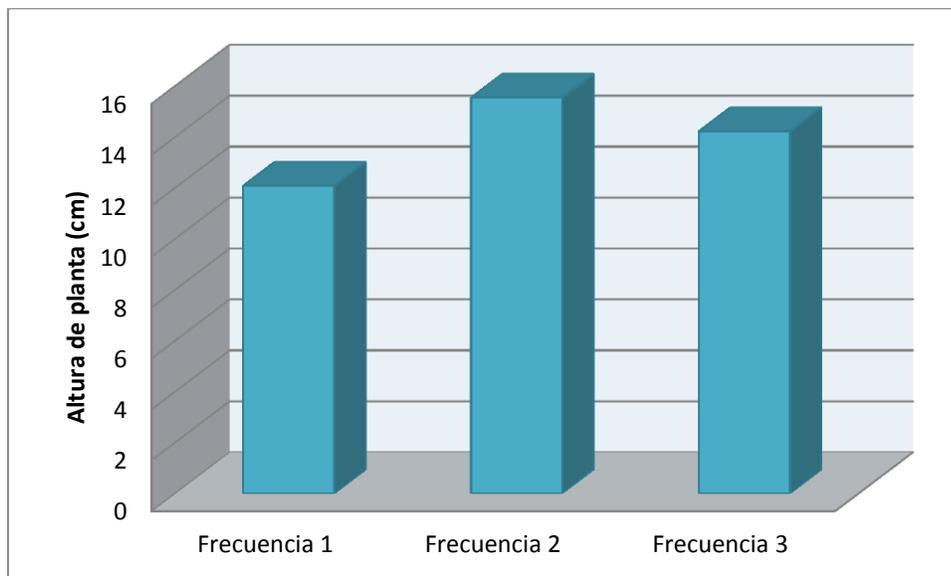
**Fuente.** Laboratorio IBTEN (2019)

De acuerdo al análisis físico químico de la muestra del caldo de humus de lombriz enviado al laboratorio que se observa en el cuadro N° 5, presenta un alto contenido de macronutrientes como ser: Nitrógeno (550 mg/L), Fosforo (47,3 mg/L) y Potasio (13,9 mg/L) y micronutrientes; Calcio (167,2 mg/L), Magnesio (70,0 mg/L), Hierro (0,86 mg/L) y en menor cantidad a la unidad Manganeso, Cobre y Zinc, que haciendo una comparación con los resultados de Bautista (2018) es considerada como un abono liquido foliar completo, teniendo un pH de (6,25) neutro que se encuentra en un rango aceptable (6 a 7) para el desarrollo del cultivo de orégano.

Cabe señalar que la conductividad eléctrica que presenta el caldo de humus es de (2,55 mS/cm), que según (Karimael *et al.*, 2004) son valores que presentan bajas cantidades de solución de salinidad.

#### 4.2.1. Altura de planta

La variable altura de planta tomada en centímetros, se midió a los 60, 90 y 120 días, su comportamiento durante el ciclo se muestra en la figura 13.



**Figura 13.** Altura de planta respecto a la frecuencia de aplicación

La figura 13 muestra diferencias significativa de la variable altura de planta de los plantines respecto a las frecuencias de aplicación foliar con caldo de humus (7 y 14 días) respectivamente.

En la misma figura se aprecia que la frecuencia 2 obtuvo mayor altura de planta promedio 15,6 cm esto debido a que presenta ácidos húmicos y fúlvicos el caldo de humus de lombriz, a su vez la frecuencia 3 mostró una altura intermedia de 14,0 cm esto debido a que la aplicación con caldo de humus de lombriz fue cada 14 días, a consecuencia de menor cantidad de caldo de humus aplicado al cultivo, por su parte la frecuencia 1 sin aplicación obtuvo un promedio más bajo 12 cm respecto a dicha variable.

La respuesta obtenida por el cultivo de orégano ante la aplicación foliar cada 7 días puede explicarse en partes por los bajos niveles de algunos de los macro y micro nutrientes esenciales en el suelo, como es el caso de Calcio, Magnesio y Potasio. El Nitrógeno es el elemento más crítico para el crecimiento del orégano, ya que según el estudio realizado por Suarez y Morales (2009), limita marcadamente la emisión de tallos, su tasa de crecimiento y su longitud. A pesar que el suelo empleado en el ensayo presentó niveles bajos de Nitrógeno mineral, sin embargo, es necesario considerar que todo el nitrógeno presente en el suelo (0,617%), no es totalmente disponible para la planta ya que una parte es Nitrógeno orgánico que debe completar su procesos de mineralización en el suelo y otra parte es Nitrógeno mineral que estaría disponible en las formas nítrica y amoniacal (Gomez, 2000).

Restrepo (1998), manifiesta que, sobre 100 partes, un vegetal producido orgánicamente contiene alrededor de 80% de agua y es gratuita y un 20% de materia seca. Sobre esta última parte, de un 18% a un 19 % los cultivos orgánicos lo toman gratis del agua y del aire (carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno) por lo tanto, los cultivos orgánicos solo tienen que extraer del suelo, en forma de sustancias minerales, del 1 al 2% de la planta así para crecer en forma sana y equilibrada.

La compañía Assured Produce Ltd (2002) determinaron los requerimientos nutricionales del orégano para los siguientes macro elementos: N 93,75 ppm, P 25,05 ppm, y K 11,88 ppm, los cuales estaban ampliamente cubiertos por el caldo de humus de lombriz, esto

se lo evidencia por el análisis físico químico del abono líquido que se muestra en el cuadro 5.

Esto podría explicar la respuesta positiva de la planta de orégano ante la fertilización del caldo de humus de lombriz, lo que va en correspondencia con un mayor aporte de Nitrógeno mineral.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la variable altura de planta a la cosecha

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p – valor	Significancia
Tratamiento	2	24,38	12,19	47,65	<0,0001	**
Error	9	2,30	0,26	-	-	-
Total	11	26,68	-	-	-	-
Coeficiente de variabilidad (CV)				3,62 %		

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Del cuadro N° 6, observamos que existen diferencias altamente significativas entre las frecuencias de aplicación con caldo de humus de lombriz lo que se debe probablemente a que el fertilizante contiene los nutrientes necesarios para aportar al crecimiento y desarrollo del cultivo.

El coeficiente de variación (CV) fue de 3,62% lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

Al respecto Chilon (1997), indica que al variar factores como la humedad relativa se da la posibilidad la mayor penetración de las gotas de la solución en la superficie foliar, aumentando la posibilidad de absorción. A medida que aumenta la temperatura la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada

El pH es un parámetro de calidad de agua determinante para la absorción de minerales por parte de las plantas, el óptimo rango de pH donde se obtiene la mayor absorción de los macronutrientes N, P y K es entre 5,5 a 6,5 (Karimael *et al.*, 2004). Por lo anterior se puede inferir que tanto el caldo de humus de lombriz pH (6,25) como el suelo pH (6,55), estuvieron entre los rangos recomendados para permitir la mayor parte de los nutrientes, además permite la aplicación en cualquier dosis sin riesgo que quemar las plantas.

La conductividad eléctrica es un fenómeno indeseable ya que afecta al crecimiento de algunas plantas de varias maneras y por lo mismo, un aumento en la CE traerá como consecuencia una disminución de rendimiento (Karimael *et al.*, 2004). Del análisis del suelo que se realizó se obtuvo un valor de (0,70 dS/m) lo cual indica que los extractos de salinidad en el suelo fueron bajos y de esta manera las raíces absorbieron con mayor facilidad el agua, pues la salinidad crea una resistencia a la entrada de agua a la planta, al tener un potencial osmótico mayor, con respecto al caldo de humus de lombriz presento un valor de (2,55 mS/cm) lo que indica que presento soluciones bajas de salinidad y de esta manera ayudo a la planta a un mejor desarrollo.

La aplicación de soluciones de humus de lombriz a la planta actúa como un fertilizante orgánico foliar que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micro nutrientes (Casco, 2005).

Al respecto Casco (2005), manifiesta que, este aumento de la altura de la planta se debe a que el caldo de humus de lombriz aumenta notablemente el porte de las plantas en comparación con otros ejemplares de la misma edad, lo que prueba que este fertilizante interviene de manera positiva sobre el crecimiento del cultivo.

**Cuadro 7.** Comparación de medias para la altura de planta

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Agrupamiento Duncan (5%)</b>
Frecuencia 2	15,55	A
Frecuencia 3	14,23	B
Frecuencia 1	12,09	C

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

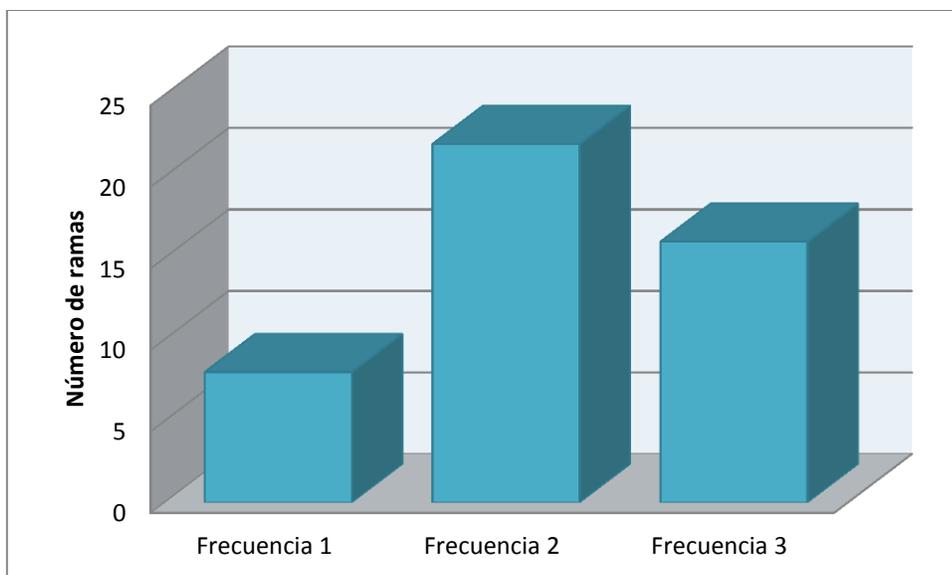
Los resultados del cuadro N° 7, muestran significancia en los promedios obtenidos, según la prueba Duncan 5% para la variable altura de planta, establece diferencias estadísticas entre las frecuencias, habiendo obtenido la altura de 15,5 cm para la F<sub>2</sub> = Fertilización cada 7 días, siendo la altura más alta registrada. .

El humus líquido promueve un vigoroso sistema radicular y crecimiento pues se mejoran las condiciones del suelo al haber una mayor oxigenación, mejor nutrición y una reducción de los efectos de la erosión (Patlax, 2013).

Los fertilizantes orgánicos como la solución de humus de lombriz en el cultivos hortícolas, es una alternativa favorable para el agricultor, que además permite obtener buenos beneficios (Patlax, 2013).

#### **4.2.2. Número de ramas por planta**

La variable número de ramas por planta, se midió a los 60, 90 y 120 días, su comportamiento durante el ciclo se muestra en la figura 14.



**Figura 14.** Número de ramas por planta respecto a la frecuencia

La figura 14 muestra diferencias significativas de la variable número de ramas por planta respecto a las frecuencias de aplicación foliar con caldo de humus (7 y 14 días) respectivamente.

En la misma figura se aprecia que la frecuencia 2 adquirió el mayor número de ramas promedio esto debido a mayor cantidad y alto contenido nutritivo del caldo de humus de lombriz, la frecuencia 3 mostró un valor intermedio esto debido a que la aplicación con caldo de humus de lombriz fue cada 14 días, no ayudando a la disponibilidad de nutrientes y por consiguiente bajo número de ramas por planta y por ultimo la frecuencia 1 sin aplicación obtuvo un promedio más bajo respecto al número de ramas.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para la variable número de ramas por planta a la cosecha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p – valor	Significancia
Tratamiento	2	121,8	60,9	40,4	<0,0001	**
Error	9	13,55	1,51	-	-	-
Total	11	135,35	-	-	-	-
Coeficiente de variabilidad (CV)				14,04%		

**Fuente.**Elaboración propia (2019)

Del cuadro N° 8, observamos que de la fuente de variabilidad tratamiento, se llegó a obtener alta significancia, es decir que las frecuencias aplicadas en el experimento  $F_1 =$  Sin aplicación,  $F_2 =$  Fertilización cada 7 días y  $F_3 =$  Fertilización cada 14 días nos demuestra que hubo diferencia en el número de ramas por planta.

El coeficiente de variación (CV) fue de 14,04% lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

Para obtener una buena calidad en las plantas de orégano es importante tomar en cuenta todos los elementos, aunque se ha reportado la importancia de elementos como el N, Ca y Mg, principalmente en las etapas posteriores al corte (Marentes y Clavijo, 2006) y de allí la importancia de suplementar a la planta con fertilizantes ricos en estos elementos, preferentemente cada semana (Marentes y Clavijo, 2006).

Lo anterior ha sido comprobado por Dordas (2009) en cultivos de orégano, donde las plantas que fueron suplementadas con aplicaciones foliares con porcentajes altos de Ca (1%) y Mg (2%) se incrementaba la productividad en un 10%, aumentando el área foliar, número de ramas, tallos por planta alrededor de un 23%, la materia seca en un 22% y se disminuyó el tiempo para alcanzar la floración.

Cabe mencionar que el trasplante de los plantines fue en noviembre beneficiando los factores climáticos respecto a la función fisiológica de la planta, de esta manera estimular la brotación de nuevas ramas y con la ayuda de la fertilización foliar este incremento tal función.

El desarrollo de las ramas para facilitar el prendimiento según Espinoza (2011), ya que en la época de mayo los esquejes durante el invierno entran en un periodo de invernación dando paso a la aclimatación y formación de raíces, tallos, hojas, flores hasta llegar a principios de primavera, luego del periodo de reposo de las yemas donde

ha sido nulo por el enfriamiento invernal, estas se abren con rapidez como respuesta a los días largos y cálidos, existiendo una mayor actividad del cambium del plantín.

**Cuadro 9.** Comparación de medias para número de ramas por planta

Tratamientos	Promedio (Número de ramas)	Agrupamiento Duncan (5%)
Frecuencia 2	12,55	A
Frecuencia 3	8,93	B
Frecuencia 1	4,75	C

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

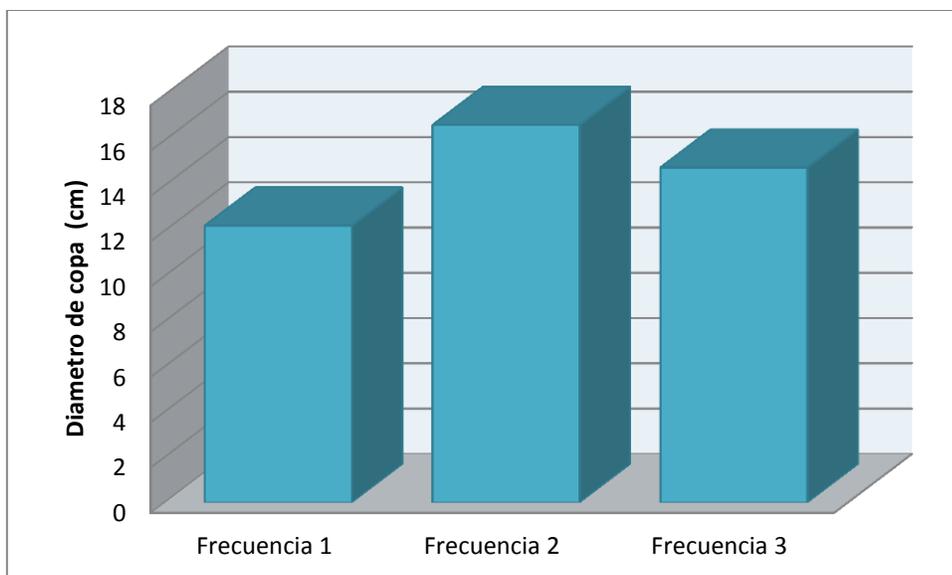
Los resultados del cuadro N° 9, muestran significancia en los promedios obtenidos, según la prueba Duncan 5% para la variable número de ramas por planta, establece diferencias estadísticas entre las frecuencias, obteniendo 21 ramas la F<sub>2</sub> = Fertilización cada 7 días, siendo el valor más alto registrado.

Según Rodríguez (1991) señala que, el crecimiento de las plantas está controlado e integrado por un gran número de hormonas diferentes sustancias mensajeras que regulan específicamente el crecimiento de la raíz, hoja, embrión, fruto, tallo y otros órganos, la auxina interviene en el control de crecimiento del tallo y raíz.

Referente a lo anterior el caldo de humus de lombriz presenta sustancias bio activas como ácidos húmicos, fúlvicos, hormonas de crecimiento como auxinas, citosinas que aceleran y mejoran los procesos fisiológicos de la planta como ser (crecimiento, nutrición, floración, ramificación y fructificación), es por ese motivo que se observó gran número de ramas en la frecuencia 2.

#### 4.2.3. Diámetro de copa

La variable diámetro de copa medida en centímetros, se midió a los 60, 90 y 120 días, su comportamiento durante el ciclo se muestra en la figura 15.



**Figura 15.** Diámetro de copa de los plantines respecto a la frecuencia

La figura 15 muestra diferencias significativas de la variable diámetro de copa por planta respecto a las frecuencias de aplicación foliar con caldo de humus (7 y 14 días) respectivamente.

En la misma figura se aprecia que la frecuencia 2 adquirió el mayor diámetro de copa promedio esto debido a que presenta ácidos húmicos y fúlvicos el caldo de humus de lombriz, a su vez la frecuencia 3 mostró una altura intermedia de 16,7 cm esto debido a que la aplicación con caldo de humus de lombriz fue cada 14 días, a consecuencia de menor cantidad de caldo de humus aplicado al cultivo, por su parte la frecuencia 1 sin aplicación obtuvo un promedio más bajo 12 cm respecto a dicha variable.

El caldo de humus de lombriz también aportó elementos menores, en especial, cobre, zinc y calcio, que según el análisis del suelo se encontraban deficientes y esto se lo presenta en el cuadro N° 3.

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica importante en muchos sistemas de producción agrícola porque permite la corrección rápida y oportuna de deficiencias nutricionales, favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejora el rendimiento y calidad de la cosecha (Espinoza, 1996).

La fertilización foliar no sustituye la fertilización al suelo, pero si constituye una práctica recomendada para complementar la nutrición edáfica y para suplir ciertos nutrimentos durante etapas críticas del cultivo o de gran demanda nutricional, tales como la floración, macollamiento, el llenado de granos y frutos (Malavolta, 1990).

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para la variable diámetro de copa a la cosecha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p – valor	Significancia
Tratamiento	2	33,93	19,97	7,65	0,0114	*
Error	9	23,48	2,61	-	-	-
Total	11	63,41	-	-	-	-
Coeficiente de variabilidad (CV)				11,09 %		

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Del cuadro N° 10, observamos que de la fuente de variabilidad tratamiento, se llegó a obtener significancia, es decir que las frecuencias aplicadas en el experimento  $F_1$  = Sin aplicación,  $F_2$  = Fertilización cada 7 días y  $F_3$  = Fertilización cada 14 días nos demuestra que hubo diferencia en el diámetro de copa.

El coeficiente de variación (CV) fue de 11,09% lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

Los valores promedio encontrados para el diámetro de copa y numero de hojas por planta fueron similares a los reportados por Medina *et al.* (2007), con aplicación de caldo de humus de lombriz cada 7 días.

El humus líquido es un fertilizante orgánico con efecto bio estimulante en los cultivos, es obtenido a partir de la extracción de los compuestos orgánicos e inorgánicos del humus solido de lombriz o lombricompuesto, este producto al aplicarse a las plantas de manera foliar o en raíz tiene un efecto más rápido y efectivo que la misma lombricomposta (Boaretto y Rosolem, 1989).

**Cuadro 11.** Comparación de medias para diámetro de copa

Tratamientos	Promedio (cm)	Agrupamiento Duncan (5%)
Frecuencia 2	16,68	A
Frecuencia 3	14,80	A B
Frecuencia 1	12,23	B

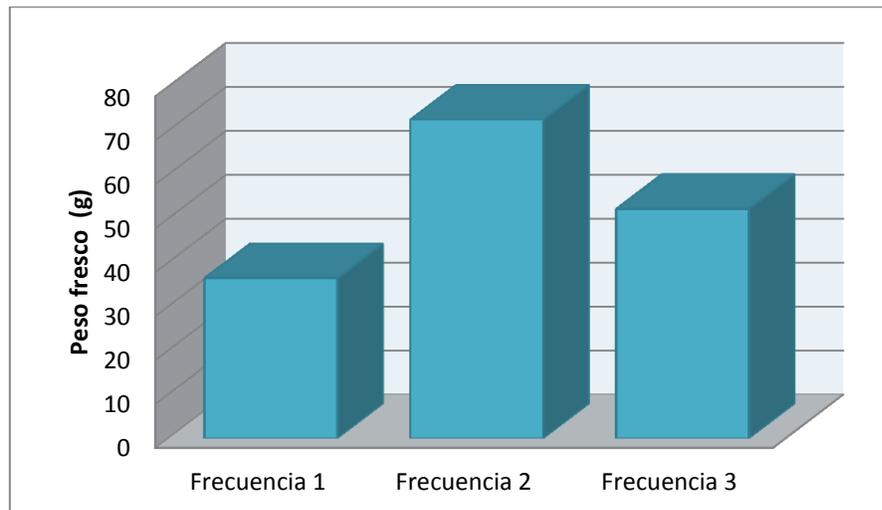
**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Los resultados del cuadro N° 11, muestran significancia en los promedios obtenidos, según la prueba Duncan 5% para la variable diámetro de copa, establece diferencias estadísticas entre las frecuencias, obteniendo un valor de 16,88 cm la  $F_2$  = Fertilización cada 7 días, siendo el valor más alto registrado.

Los resultados del diámetro de copa concuerdan con lo reportado por Garcia (2012), quien encontró plantas con diámetros de 0,50 m Nieto *et al.*, (2012) expresan que el área foliar está relacionada con el diámetro de copa de la planta, por lo que a mayor diámetro se incrementa la captación de luz y por lo tanto se obtiene mayor asimilación de  $CO_2$ .

#### 4.2.4. Peso fresco por planta

La variable peso fresco por planta medida en gramos, se midió a los 60, 90 y 120 días, su comportamiento durante el ciclo se muestra en la figura 16.



**Figura 16.** Peso fresco de los plantines respecto a la frecuencia

La figura 16 muestra diferencias significativas de la variable peso fresco por planta respecto a las frecuencias de aplicación foliar con caldo de humus (7 y 14 días) respectivamente.

El humus líquido aplicado foliarmente ayuda a asimilar los cationes macro y micro nutriente del suelo, gracias a su carga eléctrica negativa, al mismo tiempo evita la concentración de sales y estabiliza el pH (5,99) del sustrato. Crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos como las bacterias, hongos y otros impidiendo el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo de enfermedades (Adani *et al.*, 1998, Fernández-Zabala 2003, Rojas-Rodríguez y Ortuño 2007).

Este hecho demuestra que al usar el caldo de humus de lombriz durante una frecuencia de 7 días ayuda a la productividad del cultivo, pero no se debe entender que los ácidos húmicos son fertilizantes sino más bien actúan estabilizando el pH (5,99), tal como lo indica Fernández-Zabala (2003), creando condiciones para absorción de nutrientes y así la planta se nutre más eficientemente y puede rendir mejor.

Segun Estrada (2003), indica que a mayor cantidad de fertilización de nitrógeno aplicado se obtuvo mayores rendimientos, esto nos indica que a mayor nivel de estiércol aplicado también se obtuvo mayor rendimiento.

Al respecto Escobar (2013), menciona que algunas facultades del extracto acuoso del humus de lombriz roja es que aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas e incrementa notablemente la producción en los cultivos.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para la variable peso fresco por planta a la cosecha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p – valor	Significancia
Tratamiento	2	2623,68	1311,84	86,45	<0,0001	**
Error	9	136,56	15,17	-	-	-
Total	11	2760,25	-	-	-	-
Coeficiente de variabilidad (CV)				7,25 %		

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Del cuadro N° 12, observamos que de la fuente de variabilidad tratamiento, se llegó a obtener alta significancia, es decir que las frecuencias aplicadas en el experimento  $F_1 =$  Sin aplicación,  $F_2 =$  Fertilización cada 7 días y  $F_3 =$  Fertilización cada 14 días nos demuestra que hubo diferencia en el peso fresco por planta.

El coeficiente de variación (CV) fue de 7,25% lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

Lira (1994) señala que parte de los efectos positivos notados en la biomasa aérea de las plantas que han sido fertilizadas con caldo de humus puede deberse a la suplencia de macro y micronutrientes, como el Potasio, Hierro y Cobre, los cuales contribuyen directamente en proceso de desarrollo del vegetal.

Sin embargo, debido a la baja concentración de macronutrientes en el suelo: Nitrogeno (0,617%), Potasio (3,52 meq/100 g) y Magnesio (5,08 meq/100 g), en el caldo de humus empleado en este experimento, el efecto observado podría atribuirse con lo expresado por Havlin *et al.* (1999) en lo referente a la rápida absorción y asimilación de los nutrimentos aplicados mediante aspersión foliar.

Con respecto a las frecuencias de aplicación del caldo de humus, se observó que al aplicarlo cada 7 días se favoreció el peso fresco de las hojas de orégano, por encima de aquellas plantas que se aplicó cada 14 días.

El incremento de la masa foliar contribuirá a acelerar el procesos de crecimiento vegetativo en plantas en estadios jóvenes, las cuales podrían sobrevivir estreses ambientales prolongados y crecer adecuadamente luego de plantadas en el sitio definitivo, en concordancia con los señalado por Jhonson y Cline (1991).

Bajo ciertas condiciones de cultivo y suelo, la fertilización foliar ha resultado ser ventajosa en el aspecto de rendimiento en materia verde y seca y por esta razón supera al abonamiento al suelo, el abonamiento foliar también es un medio apropiado para

aplicar nutrimentos a los cultivos durante periodos de estrés causados por diversas razones, tales como la sequía, el encharcamiento, heladas, aplicación de agroquímicos (Rosolem, 1992).

**Cuadro 13.** Comparación de medias para peso fresco por planta

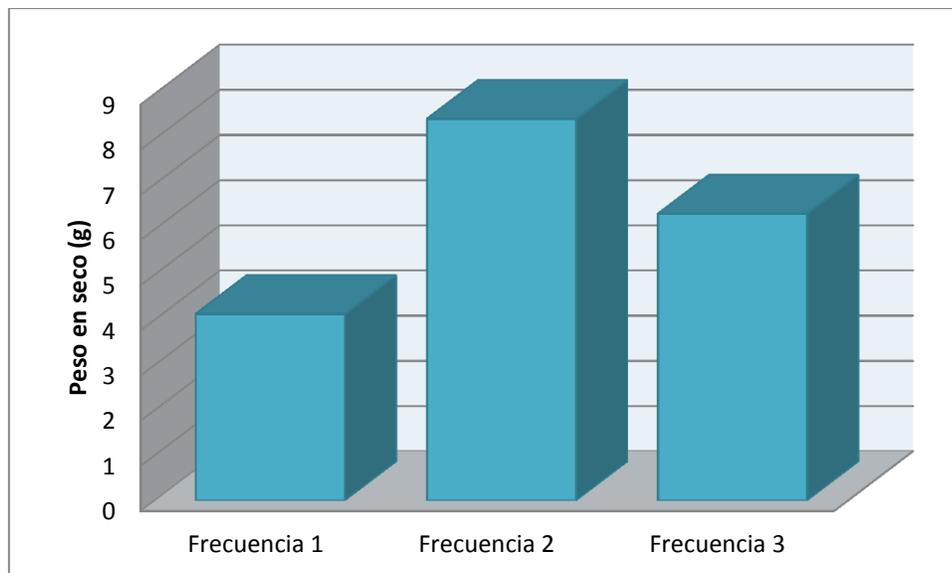
Tratamientos	Promedio (gramos)	Agrupamiento Duncan (5%)
Frecuencia 2	72,55	A
Frecuencia 3	52,23	B
Frecuencia 1	36,43	C

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Los resultados del cuadro N° 13, muestran significancia en los promedios obtenidos, según la prueba Duncan 5% para la variable peso fresco por planta, establece diferencias estadísticas entre las frecuencias, obteniendo un valor de 72 gramos la  $F_2$  = Fertilización cada 7 días, siendo el valor más alto registrado.

#### 4.2.5. Peso seco por planta

La variable peso seco por planta medida en gramos, se tomó los datos a los 60, 90 y 120, su comportamiento durante el ciclo se muestra en la figura 17.



**Figura 17.** Peso seco por planta respecto a la frecuencia

En la figura 17 se muestra la existencia de diferencias significativas de la variable peso seco por planta respecto a las frecuencias de aplicación foliar con caldo de humus (7 y 14 días) respectivamente.

Otro efecto obtenido bajo la frecuencia de aplicación semanal fue el incremento de la masa radical, tanto en su expresión fresca como seca, con un 8,45 g, superior al valor encontrado bajo la frecuencia de 14 días, lo cual permite inferir que la suplencia más frecuente de nutrientes a nivel foliar pudo haber estimulado la formación de raíces, independientemente de la concentración del caldo de humus empleado

Por lo tanto, es posible suponer que esta estimulación al crecimiento y desarrollo del sistema radical podría deberse a la presencia de fitohormonas en el humus líquido (Lazo *et al.*, 2014). Autores como Nielsen (1965), Dominguez *et al.*, (2010) y Acosta *et al.*, (2014) sostienen que las lombrices, entre ellas la especie *E. foetida*, son las responsables de la producción de ciertas sustancias capaces de influenciar el crecimiento vegetal.

Por otra parte Vigliola (1993), señala que este método de aplicación de nutrientes solo se emplea como un complemento de la fertilización básica del suelo, y no puede utilizarse como reemplazante del método convencional ya que las unidades de nutrientes aplicadas en cada pulverización debe ser bajas por los riegos de provocar quemaduras en el borde foliar en el caso de usar soluciones muy concentradas.

Perez y Laborde (1994), indica que el vástago y sobre todo las hojas son capaces de absorber diversas sustancias aportadas por el polvo o la lluvia sobre todo en epífitas, pero también en plantas arraigadas en el suelo. Esta capacidad permite que las plantas absorban diversas sustancias que aplicadas sobre la parte aérea del cultivo actuarán como fertilizantes, herbicidas, etc.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza para la variable peso seco por planta a la cosecha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p – valor	Significancia
Tratamiento	2	37,42	18,71	117,97	<0,0001	**
Error	9	1,43	0,16	-	-	-
Total	11	38,85	-	-	-	-
Coeficiente de variabilidad (CV)				6,31%		

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Del cuadro N° 14, observamos que de la fuente de variabilidad tratamiento, se llegó a obtener alta significancia, es decir que las frecuencias aplicadas en el experimento  $F_1$  = Sin aplicación,  $F_2$  = Fertilización cada 7 días y  $F_3$  = Fertilización cada 14 días nos demuestra que hubo diferencia en el peso seco por planta.

El coeficiente de variación (CV) fue de 6,31% lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

Con relación a Aliagna (2009), afirma que la obtención de caldo de humus propicia un vía segura y estable de nutrientes esenciales disponibles para las plantas; además, estimula los procesos metabólicos y con ello el crecimiento vegetal.

La fertilización foliar por lo general se realiza para corregir deficiencias de elementos menores, en el caso de macro nutrimentos tales como el nitrógeno, fosforo y el potasio, y al incorporar estos elementos se llega a tener mayor área foliar y por consecuencia mayor rendimiento en materia verde o seca, se reconoce que la fertilización foliar solo puede complementar, pero en ningún momento sustituir la fertilización al suelo (Marschner, 1995).

**Cuadro 15.** Comparación de medias para peso seco por planta

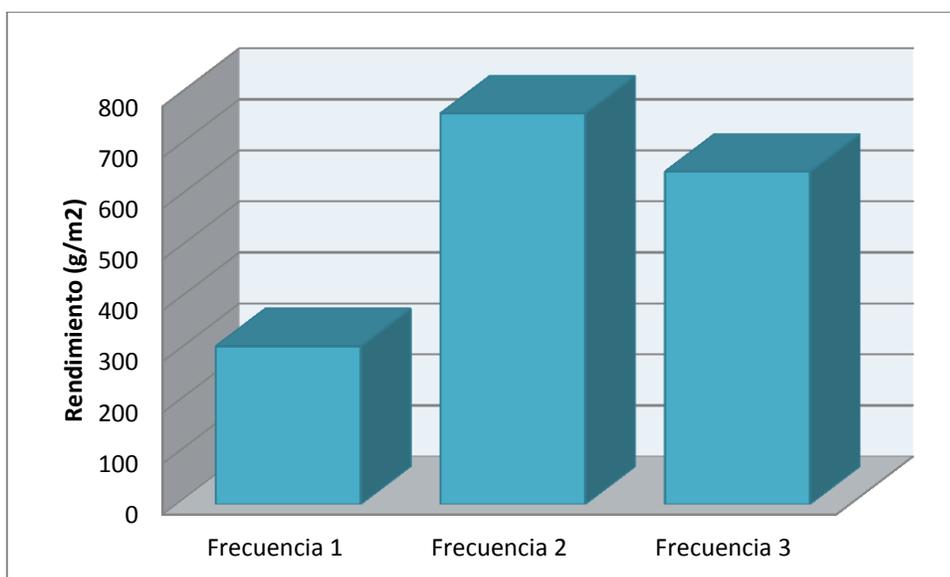
Tratamientos	Promedio (gramos)	Agrupamiento Duncan (5%)
Frecuencia 2	8,45	A
Frecuencia 3	6,35	B
Frecuencia 1	4,13	C

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Los resultados del cuadro N° 15, muestran significancia en los promedios obtenidos, según la prueba Duncan 5% para la variable peso seco por planta, establece diferencias estadísticas entre las frecuencias, obteniendo un valor de 8,45 gramos la  $F_2$  = Fertilización cada 7 días, siendo el valor más alto registrado.

#### 4.2.6. Variable rendimiento en peso fresco por superficie

Para la variable rendimiento, se estimó el peso del orégano obtenidas para un metro cuadrado y analizar la variable rendimiento en peso fresco. Para esto se procedió a pesar el orégano cosechado de cada planta a los 60, 90 y 120, la cual se hizo su respectivo análisis de varianza que se presenta a continuación en la figura N° 18.



**Figura 18.** Rendimiento en peso fresco por superficie

Según Estrada (2003), A mayor cantidad de fertilización de N aplicado se obtuvo mayores rendimientos, esto nos indica que a mayor nivel de aplicación foliar con caldo de humus de lombriz también se obtuvo mayor rendimiento.

Al respecto Escobar (2013), menciona que algunas facultades del extracto acuoso del humus de lombriz roja es que aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas e incrementa notablemente la producción en los cultivos.

**Cuadro 16.** Análisis de varianza para la variable rendimiento en peso fresco a la cosecha

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p – valor	Significancia
Tratamiento	2	212518,2	106259,1	86,45	<0,0001	**
Error	9	11061,7	1229,1	-	-	-
Total	11	223579.9	-	-	-	-
Coeficiente de variabilidad (CV)				7,25%		

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Del cuadro N° 16, observamos que de la fuente de variabilidad tratamiento, se llegó a obtener alta significancia, es decir que las frecuencias aplicadas en el experimento  $F_1 =$  Sin aplicación,  $F_2 =$  Fertilización cada 7 días y  $F_3 =$  Fertilización cada 14 días nos demuestra que hubo diferencia en el rendimiento en peso fresco por superficie.

El coeficiente de variación (CV) fue de 7,25% lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta, en esta técnica se utilizan sustancias fertilizantes que son asperjadas al follaje en forma de solución nutritiva, utilizando el agua como medio de disolución, ha sido bien demostrado el excelente resultado en relación al rendimiento en

materia verde, que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada (Molina, 1999).

**Cuadro 17.** Comparación de medias para rendimiento en peso fresco

Tratamientos	Promedio (gramos)	Agrupamiento Duncan (5%)
Frecuencia 2	587,0	A
Frecuencia 3	423,0	B
Frecuencia 1	295,0	C

**Fuente.** Elaboración propia (2019)

Los resultados del cuadro N° 17, muestran significancia en los promedios obtenidos, según la prueba Duncan 5% para la variable rendimiento en peso fresco por superficie, establece diferencias estadísticas entre las frecuencias, obteniendo un valor de 587 gramos /m<sup>2</sup> la F<sub>2</sub> = Fertilización cada 7 días, siendo el valor más alto registrado.

### 4.3. Análisis económico

#### 4.3.1. Rendimiento ajustado

Para el caso del presente trabajo se tomó un 10% de reducción, ya que la experimentación se llevó casi en las mismas condiciones que el agricultor de la zona. De acuerdo a Perrin (1988).

**Cuadro 18.** Calculo del rendimiento ajustado para el cultivo de orégano

	T1	T2	T3
Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	0,327	0,652	0,470
Rendimiento ajustado (10%)	0,295	0,587	0,423

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

Tomando en cuenta el porcentaje de ajuste que refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría obtener el agricultor, donde el T2 = Fertilización cada 7 días registra el máximo rendimiento con un promedio de 0,587 Kg/m<sup>2</sup>.

### 4.3.2. Ingreso bruto

**Cuadro 19.** Ingreso bruto por tratamiento

Tratamientos	Rendimiento productor (kg/m <sup>2</sup> )	Precio por 0,05 kg/bs	Beneficio bruto (m <sup>2</sup> )	Beneficio bruto (7,2m <sup>2</sup> )
T1	0,295	5	29,5	212,4
T2	0,587	5	58,7	422,6
T3	0,423	5	42,3	304,6

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

En el cuadro N° 19, se puede observar el rendimiento del cultivo de orégano, el precio en kg y lo que nos interesa el ingreso bruto expresado en bolivianos.

El análisis económico mostro una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el T2 = Fertilización cada 7 días registra el mayor ingreso bruto con 422,6 Bs.

### 4.3.3. Ingreso neto

El ingreso neto se calculó restando el total de los costos que varían del ingreso bruto de campo por cada tratamiento.

**Cuadro 20.** Ingreso neto por tratamiento

Tratamientos	Beneficio bruto (7,2m <sup>2</sup> )	Costo total por campaña (Bs)	Ingreso neto (Bs)
T1	212,4	350,3	-137,2
T2	422,6	535,3	-159,4
T3	304,6	445,3	-148,3

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

Realizando un análisis entre los tratamientos y observando los resultados de los mismos muestran que no se logró tener beneficios de esta actividad productiva,

mostrando que el de mayor pérdida es el tratamiento T2 = Fertilización cada 7 días, perdiendo 159,4 Bs.

#### 4.3.4. Relación beneficio/costo (Bs/Campaña)

Es la relación que existe entre los beneficios brutos sobre los costos totales de la producción, en el cuadro N° 21 se detallan la relación beneficio/costo por campaña.

**Cuadro 21.** Relación beneficio / costo

Tratamientos	Beneficio bruto (7,2m <sup>2</sup> )	Costo total por campaña (Bs)	Beneficio/costo (Bs)
T1	212,4	350,3	0,5
T2	422,6	535,3	0,7
T3	304,6	445,3	0,6

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

A continuación se muestra en el cuadro N° 21, los resultados de la relación beneficio / costo. Esta relación debe de estar por encima de 1 para que exista ganancia, si es igual a 1 no se gana ni se pierde, pero si es menor, nos indica que existen pérdidas.

Analizando el cuadro 21, se logra evidenciar la relación beneficio bruto, costos totales de la producción de los tratamientos, de los cuales el tratamiento con mayor índice de relación es el T2 = Fertilización cada 7 días con un valor de 0,7, seguido del T3 = Fertilización cada 14 días con un valor de 0,6 y finalmente con menor valor es el T1 = Sin aplicación con una valor mínimo de 0,5 de los cuales podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable, a su vez el tratamiento que genera mayor pérdida es el T2, siendo que por cada boliviano invertido en el tratamiento se pierde 0,7 Bs.

Cabe mencionar que se realizó una sola cosecha del cultivo siendo que era lo planteado, por lo que realizando cálculos adicionales se llega a obtener beneficios monetarios a partir de la segunda cosecha.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ Para el caso de la variable altura de planta, se logró observar incidencia diferenciada en los promedios siendo que la frecuencia 2 fue el mejor resultado que se obtuvo con un valor de 15,6 cm.
- ✓ Para el caso de la variable diámetro de copa en el análisis de aplicación de fertilizante foliar, mostro significancia en los promedios siendo que la frecuencia 2 fue el mejor resultado que se obtuvo con un valor de 16,7 cm.
- ✓ Por otra parte la variable número de ramas el tratamiento 2 es el que mejor comportamiento obtuvo con un valor de 27 ramas en promedio, seguido del tratamiento 3 que presento un promedio de 20 ramas, siendo estos superiores al testigo.
- ✓ Para las variables de rendimiento: para los promedios de la variable peso fresco, se encuentra el promedio superior de 72,5 gramos perteneciente al tratamiento T2 frecuencia de aplicación de fertilizante foliar cada 7 días, considerando como el mejor promedio. Para la variable peso seco se presenta el promedio superior de 8,5 gramos perteneciente al tratamiento T2 Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar cada 7 días, considerado el de mayor contenido de materia seca.
- ✓ Para las variables económicas: En el análisis del costo económico se puede evidenciar que el tratamiento con mayor costo total es el T2 frecuencia de aplicación de fertilizante foliar cada 7 días, con un costo total de producción de 582,0Bs, seguida por el tratamiento T3 Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar cada 14 días, con un costo total de producción de 450,0Bs, finalmente el de menor costo de producción es el T1 sin frecuencia de aplicación de fertilizante foliar, con un costo total de 349,6 Bs, lo cual muestra que genera menor gasto para su producción, para la variable beneficio / costo se obtiene el mejor resultado con el T2 con aplicación cada 7 días con un valor de 0,7, de los cuales podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable.

- ✓ Se puede concluir que la fertilización foliar con caldo de humus de lombriz es una realidad en la nutrición del cultivo de orégano y que esta práctica, utilizada convenientemente, optimiza la capacidad productiva de las cosechas. La fertilización foliar, entonces, es realmente un apoyo o respaldo a la fertilización edáfica para sobre pasar los rendimientos sub óptimos.

## 6. RECOMENDACIONES

De la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- La fertilización foliar es una herramienta suplementaria de disponibilidad e nutrientes inmediata para la planta o cultivo.
- Se exhorta a realizar mayores investigaciones sobre el tema de abonos foliares, por lo cual se recomienda el empleo de frecuencia de aplicación de fertilizante foliar cada 7 días.
- Se resalta la experiencia de aplicación de formulación del caldo de humus de lombriz, con la relación 1:1 disuelto en 4 litros de agua, a su vez evaluar la producción del orégano bajo la aplicación de abonos foliares en diferentes proporciones y frecuencias, tomando en cuenta el ciclo del cultivo.
- Se recomienda efectuar estudios a nivel de calidad del orégano en diferentes pisos ecológicos y aportar a la industria del cultivo
- Por ultimo recomendar la difusión y el estudio de otras especies aromáticas ya que de un tiempo atrás son especies comerciales para la exportación, cultivos que producen más de una vez al año con un manejo no muy complejo poco exigente a factores de manejo, y ser un cultivo rentable.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**Acosta, C., N. Vázquez, O. Villegas, L. Vence y D. Acosta. 2014.** Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratum houstonianum* Mill. y *Petunia hybrida* E. Vilm. en contenedor. Bioagro 26(1): 107-114 p.

**Adani F, Genevini P, Zaccheo P, Zocchi G. 1998.** The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. J Plant Nutr.; 21(3): 561-75.

**Almaguerl. Juan, Reyes L. Vladimir, Reyes H. Alfredo, Villa P. Oniel. 2012.** “Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (*Zea mays* L.) y remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) respectivamente” revista científica DELOS. Desarrollo Local Sostenible Vol. 5 N° 15 Universidad de Sancti Spiritus. 35 p.

**Aliagna, A. 2009.** Influencia de dosis creciente de lixiviado de abonos mixtos microbianos y lixiviado de humus de lombriz sobre algunas variables morfo agronómicas en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*). Red de revistas científicas de América Latina, El caribe, España y Portugal. Cuba. 16 p.

**Assured produce ltd, 2002.** Crop Specific protocol for Culinary Herbs-205. Issue No. 1/2002.

**Bautista, L. 2018.** Efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*spinacea oleracea* L.) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicación en Cota Cota La Paz. Tesis de grado para optar el título de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz-Bolivia. 21 p.

**Boaretto E.; Rosolem C. 1989.** Adubação foliar, conceituacão e prática. In Adubação foliar, Eds, Boareto E y Rosolem C, Fundação Cargill, Brasil, pp, 301-320.

**Castillo, J. 2009.** Guia orégano hierba aromática y condimentaría, producción y comercialización. Editores ADEX, N° 105., 8-24 p.

**Castro, M. 2014.** Reproducción de dos especies de Orégano (*Lippia graveolens*, HBK y *Poliomynta longiflora* A. Gray) en la región semiárida de Tamaulipas. Instituto de Ecología y Alimentos. 15 p.

**Cadena, M. 2014.** Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (*Spinacea*

oleracea L.), bajo ambiente protegido. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz-Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 75 p.

**Calzada, B. 1982.** Métodos estadísticos para la investigación, 3ra edición. Editorial jurídica. Lima, Perú. 352 p.

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

**Casco, C. Iglesias, M. 2005.** Producción de bio-fertilizantes líquidos a base de lombricompuesto. Consultado en 19 de enero de 2019 disponible en: [ariaiglesias@ciudad.com.ar/microfca@universia.com.ar](mailto:ariaiglesias@ciudad.com.ar/microfca@universia.com.ar)

**Casco, A. 2005.** Producción de bio-fertilizantes líquidos a base de lombricompuesto. Compendio de investigaciones. Universidad Nacional del noreste, Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE, Corrientes – Argentina. 234 p.

**Chilon, E. 1997.** Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC. La Paz-Bolivia. 33-375, 380 p.

**Capistran, F., Aranda, D., Romero, J. C. 2004.** Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa., Ver. México. 155 p.

**Canelas, L; Olivares, L; Osorio Kavay A. L; Faganja A. R. 2002.** Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation lateral root emergence and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity in maize root. Rio de Janeiro-Brasil. 130 p.

**Cook, J.A., & D. Boynton. 1952.** Some factors affecting the absorption of urea by McIntosh apple leaves. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 59:82-90 p.

**Crespo, M. 1980.** Cultivo de plantas aromáticas para condimento. Editorial Albatros. Buenos Aires-Argentina. 45 p.

**Curioni, A. 2006.** Plantas aromáticas y medicinales, labiadas. Editorial hemisferio sur. 15 p.

**Dordas C. 2009.** Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare ssp. hirtum*). Industrial crops and products, 29: 599–608.

**Domínguez, J., C. Lazcano y M. Gómez-Brandón. 2010.** Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número Especial 2: 359-371 p.

**Estrada, J. 2003.** Aplicación fraccionada de nitrógeno y análisis de crecimiento en dos variedades de orégano. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz-Bolivia 82 p.

**Escobar, C. 2013.** Usos potenciales del humus (Abono orgánico lixiviado y solido) en la empresa fertilombriz Consultado el 8 de febrero de 2018. Disponible en [http:// www.usospotencialesdelhumus\(abonoorganicolixiviadoysolido\)enlaempresafertilombriz.com](http://www.usospotencialesdelhumus(abonoorganicolixiviadoysolido)enlaempresafertilombriz.com) 37 p.

**Espinoza, J. 2011.** Evaluación del enraizamiento de esquejes de tomillo (*Thymus vulgaris*) bajo diferentes dosis del enraizador root-hordentro de un ambiente protegido, Tesis de grado para optar al título de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía UMSA, La Paz – Bolivia. 49-72 p.

**Espinoza J. 1996.** La nutrición foliar. Informaciones Agronómicas (INPOFOS). No. 25: 4-9 p.

**Fernandez, V.; Sotiropoulos, T.; Brown, P. 2015.** Fertilización Foliar Principios Científicos y Práctica de Campo. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). Paris, Francia. 13 p.

**Fernández-Zabala M. 2003.** Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas de humus de lombriz. [Tesis Licenciatura]. Pontificia Universidad de Chile. Santiago, Chile; p. 82.

**Flores, J. 1996.** Carpas solares. Técnicas de construcción. Editorial Huellas. La Paz-Bolivia. 10-28 p.

**Flores, J. 1999.** Carpas solares. Técnicas de construcción. Editorial Huellas. La Paz-Bolivia. 10-28 p.

**FAO. 1990.** Primer seminario Nacional sobre fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia, CIAT-IBTA. Santa Cruz-Bolivia. 35-38 p.

**Franklin K. A. and G. C. Whitlam. 2005.** Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Journal Annals of Botany*. Vol. 96 (2):169-175 p.

**Galvan, G. V. 1994.** Unidad de horticultura. Cultivos de hoja lechuga. Argentina. 26 p.

**García N. 2012.** Aprovechamiento de orégano silvestre (*Lippia* spp.), en la comunidad de Tesila, el Fuerte, Sinaloa. Tesis de Maestría. Institución Intercultural del Estado de Sinaloa. Universidad Autónoma Indígena de México. 20 p.

**Gonzales. 2003.** Forraje verde hidropónico. Fundación produce Jalisco- México 25 p.

**Gomero, L. 1999.** Manejo ecológico del suelo. Primera edición. Editorial Stefang SRL. Lima-Perú. 182-196 p.

**Gómez, H. 2004.** Fertilización foliar. La tecnología agrícola del siglo XXI. Consultado el 6 feb 2013. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/44859107/Fertiizacion-Foliar-Febrero-2019-Libro-100-p>.

**Gómez, J. 2000.** Abonos orgánicos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

**García, P.; Lucena, J.; Ruano, S y Nogales, M. 2010.** Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos de España. Parte 1: p C1. 19-22; C5 37-39; C14 103-108.

**Guerrero, A. 1993.** El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa. Madrid-España. 1-44 p.

**Grupo técnico de biofabricas y plátano. 2004.** Humus líquido y tecnología de obtención y aplicación. Minagri. 5 p.

**Grupo latino, 2015.** Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Bogotá, Colombia. 740 p.

**Havlin, J., J. Beaton, S. Tisdale y W. Nelson. 1999.** Soil Fertility and Fertilizers. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

**Hartmam, F. 1990.** Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz-Bolivia 9,38-90 p.

- Hartman, K. 1992.** Propagación de plantas. Editorial Continental. Roma. 21 p.
- Hernani, N. 2013.** Comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) con la aplicación de dos niveles de humus de lombriz y el bio-fertilizante (zumia-15) en ambiente protegido – Cota cota – La Paz. Tesis Tesis de grado para optar al título de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ingeniería Agronómica UMSA. La Paz-Bolivia. 109 p.
- IGM, 2006.** Atlas digital de Bolivia – La Paz. (En línea). Consultado el 30 de diciembre de 2018. Disponible en: [www.igmlapaz.com](http://www.igmlapaz.com)
- INTA. 2007.** Preparación de abonos orgánicos. La Paz, BO. Consultado el 16 de enero de 2019. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/.../como\\_preparar\\_abono.htm](http://www.inta.gov.ar/.../como_preparar_abono.htm).
- Indar-Perú. 2014.** Cultivo, procesamiento y exportación de orégano y yaco. En línea. Consultado 23 de enero del 2012. Disponible en <http://www.solucionespracticcas.org.pe/fichastecnicas/pdf/FichaTecnica7-Cultivo%20del%20oregano.pdf>.
- Infoagro. 2004.** Cultivo de orégano. En línea. Consultado 11 de marzo del 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/aromaticas/oregano.htm>.
- Infoagro. 2015.** El cultivo de orégano. Disponible en <http://infoagro.com/aromaticas/oregano.htm>.
- Infojardin. 2010.** Cultivo de orégano. En línea. Consultado 10 de febrero del 2011. Disponible en <http://fichas.infojardin.com/condimentos/origanum-vulgare-oregano-mejorana-silvestre-orenga.htm>.
- ITDG. 2013.** Historia del orégano. Disponible en [www.solucionespracticcas.org.pe](http://www.solucionespracticcas.org.pe).
- Johnson, J. y M. Cline. 1991.** Seedling Quality of Southern Pines. In: M. Duryea y P. Dougherty (eds.). Forest Regeneration Manual. Kluwer Academic. Dordrecht, Netherlands: 143-159 p.
- Karimaei MS, Massiha S, Mogaddam M. 2004.** Comparison of two nutrient Solutions: effect on growth and nutrient levels of Lettuce, *Lactuca sativa* L. cultivars. Acta Horticulture, 644: 69–76 p.

- Labrador, J. 1996.** La materia orgánica en los agros sistemas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España. 93-103 p.
- Lampkin, N. 1998.** Agricultura ecológica, una agricultura con futuro. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España. 5-7, 109-117, 233 p.
- Lira S. 1994.** Fisiología vegetal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Editorial Trillas. Mexico. 237 p.
- Lazo, J.V., J. Ascencio, J. Ugarte y L. Yzaguirre. 2014.** Efecto del humusbol (humato doble de potasio y fósforo) en el crecimiento del maíz en fase vegetativa. *Bioagro* 26(3) (en prensa).
- Marschener, H. 1995.** Mineral nutrition of higher plants. LondonAcademi Press. London.
- Martínez, C. & Ramírez, L. (2000).** Lombricultura y Agricultura Sustentable (libro). Edición única. Editorial futura, México. 236 p.
- Marentes, F. & Clavijo, J. 2006.** Análisis de la Extracción de Nutrientes de Orégano (*Origanum vulgare* L.) En: Curso de Extensión "Últimas tendencias en hierbas aromáticas para exportación". Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 201 p.
- Malavolta, E. 1990.** Foliar fertilization in Brazil.- Present and perspectivas. Pp 170-192. IN: A. Alexander. Ed. Foliar fertilization procedings of te first international symposium of foliar fertilization by Schering agrochemical división. Berlin. 1985.
- Melgar, R. 2004.** Actual and Potential Use of Micronutrient Fertilizers in Argentina. 2004. IFA International Symposium on Micronutrients. 23-25 February 2004, New Delhi, India.
- Medina, M., D. García, T. Clavero, J. Iglesias y J. López. 2007.** Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zoot. Trop.* 25(1): 43-49 p.
- Miranda, V. 2016.** Evaluación del cultivo del orégano (*Origanum vulgare* L.) Propagación por esquejes bajo diferentes dosis de ROOT –HOR y tiempos en la localidad de Ventilla – La Paz, Tesis de grado para optar al título de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía UMSA, La Paz – Bolivia. 67-73 p.

**Molina E. 1999.** Fertilización y nutrición de naranja en Costa Rica, In Congreso Agronómico Nacional XI, Colegio de Ingenieros Agrónomos, UNED, San José, Costa Rica, Vol. III, 291-304 p.

**Suárez, D. & Morales, L. 2009.** Evaluación de la fertilidad de un andisol para el cultivo de tomillo, orégano y romero en Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). Trabajo de grado para optar por el título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. 89 p.

**Murillo, R.; Piedra, G.; Leon R. 2013.** Absorción de nutrientes a través de la hoja. Costa Rica. Vol. 27.236-244 p. [www.revistas.una.ac.cr/uniciencia](http://www.revistas.una.ac.cr/uniciencia).

**Munditrades. 2011.** Ficha técnica del orégano. En línea. Consultado 12 de abril del 2018. Disponible en <http://www.slideshare.net/MundiTrades/organo-deshidratado-ficha-técnica>.

**Nicola, MC. 2002.** Cultivo hidropónico de alface utilizando soluciones nutritivas orgánicas. Pelotas: Universidad de Pelotas/Facultad de Agronomía Eliseu Maciel. 62 p. Brasil.

**Nieto, A., A. Murillo., B. Luna., P. Mercado., C. Briseño., S. Hirales., L. 2012.** Dosis de composta lombricomposta y biofertilizantes para la producción de hierbas aromáticas en agricultura protegida. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 29 p.

**Nielsen, R. L. 1965.** Presence of plant growth substances in earthworms demonstrated by paper chromatography and the Went pea test. Nature 208: 1113-1114.

**Ochoa, R. 2009.** Diseños experimentales. Primera edición. La Paz Bolivia. 43-53 p.

**Orégano. 2010.** Cultivo de orégano. En línea. Consultado 22 de enero del 2019. Disponible en [http://www.elicriso.it/es/plantas\\_aromaticas/oregano/](http://www.elicriso.it/es/plantas_aromaticas/oregano/).

**Ortuño, N. (s/f).** Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga en hidroponía. Cochabamba-Bolivia. 12 p.

**Patlax, O. 2013.** Te de lombricomposta y solución nutritiva, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 146 p.

**Pérez, G. F. y Martínez-Laborde, J. B. 1994.** Introducción a la fisiología vegetal, Edición Mundi-Prensa. Madrid-España. 181 p.

**Perrin, R.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1988.** Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.

**Porco, F. y Terrazas, J. 2009.** Producción de plantas en vivero. Flores forestales, frutales y aromáticos. La Paz-Bolivia. 57-59,67 p.

**Rodríguez, F. 1989.** Fertilizantes-Nutrición vegetal. De AGT Editor, S.A. México D.F. 123-125 p.

**Rodríguez, M. 1991.** Fisiología Vegetal. Editorial los amigos del libro. Cochabamba, Bolivia. 81-93 p.

**Restrepo, R. J. 2002.** El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Primera edición. Fundación Juqira Candiru. Santiago de Call. Colombia. 70 p.

**Restrepo, R. J. 2002.** Bio-fertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Primera edición. Fundación Juqira Candiru. Santiago de Call. Colombia. 105 p.

**Rodriguez K.R, Ortuño N. 2007.** Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba-Bolivia. RevActaNova;3(4):31-7 p.

**Rosolem C.A. 1992.** Eficiencia da adubacao foliar, In XX Reunion Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutricao de Plantas, Fundación Cargill, Piracicaba, Brasil, p. 315-351.

**Sánchez, C. 2003.** Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones Ripalme. 135 p

**Sapag, N. (2011).** Proyectos de inversión, formulación y evaluación. 2da edición. Pearson educación, Chile. 307 p.

**Serrano, Z. 1980.** Cultivo de hortalizas en invernadero. 1ra Edición. ED. Barcelona-España. 360 p.

**Schönherr, J., & M.J. Bukovac. 1978.** Foliar penetrations of succinic acid 2,2 dimethylhydrazide – mechanism and rate limiting step. *Physiol. Plant.* 42:243-251.

**Shaheen, M.A.; N.W. Miles, & G.L. Kreither. 1981.** Lenticel origin on Golden Delicious apple fruits. *Fruit Varieties Journal.* 35:134-136 p.

**Senamhi, 2015.** Boletín climatológico. La Paz-Bolivia.

**Soluciones Prácticas. 2010.** Cultivo del orégano. En línea. Consultado 13 de marzo del 2019. Disponible en <http://www.itdg.org.pe/fichastecnicas/pdf/FichaTecnica7-cultivo%20del%20oregano.pdf>.

**Soluciones Prácticas. 2012.** Cultivo del orégano. Disponible en <http://www.itdg.org.pe/fichastecnicas/pdf/FichaTecnica7cultivo%20del%20oregano.pdf>

**Tambillo, N. 2002.** Estudio comparativo de diferentes niveles de fertilizantes foliares en el cultivo de la cebada forrajera (*Hordeum vulgare*) en el altiplano central. La Paz-Bolivia. 81 p.

**Vigliola, M. 1992.** Manual de hortalizas. Editorial Hemisferio sur S.A. Buenos Aires-Argentina. 81-89 p.

**Vigliola, M. 1993.** Manual de horticultura. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires-Argentina. 223 p.

**Wagner, G.J.; E. Wang, & R. W. Shepherd. 2004.** New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany.* 93:3-11.

# ANEXOS

## ANEXO 1

**Cuadro 1.** Datos de las variables de respuesta

**Cuadro 1.1.** Datos de la variable altura de planta (g) a la cosecha.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>I</b>	11,76	14,6	14,1
<b>II</b>	12,5	15,9	14,4
<b>III</b>	11,6	15,7	14,6
<b>IV</b>	12,5	16	13,8
<b>X</b>	12,09	15,55	14,2

**Cuadro 1.2.** Datos de la variable número de ramas por planta (g) a la cosecha.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>I</b>	7	19	15
<b>II</b>	9	20	13
<b>III</b>	8	23	16
<b>IV</b>	9	25	18
<b>X</b>	8	22	16

**Cuadro 1.3.** Datos de la variable diámetro de copa (cm) a la cosecha.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>I</b>	13,4	13,4	13,8
<b>II</b>	11,7	16,5	13,8
<b>III</b>	11,9	18,1	16,4
<b>IV</b>	11,9	18,7	15,2
<b>X</b>	12,2	16,7	14,8

**Cuadro 1.4.** Datos de la variable peso fresco por planta (g) a la cosecha.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>I</b>	32,7	67,3	53,3
<b>II</b>	37,3	78,3	47,3
<b>III</b>	40,7	70,3	54
<b>IV</b>	35	74,3	54,3
<b>X</b>	36,4	72,6	52,2

**Cuadro 1.5.** Datos de la variable peso seco por planta (g) a la cosecha.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>I</b>	3,8	7,9	6,6
<b>II</b>	4,3	9,1	5,9
<b>III</b>	4,5	8,2	6,4
<b>IV</b>	3,9	8,6	6,5
<b>X</b>	4,1	8,5	6,4

**Cuadro 1.6.** Datos de la variable rendimiento (g/m<sup>2</sup>) a la cosecha.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>I</b>	293	589	425
<b>II</b>	297	581	427
<b>III</b>	294	590	421
<b>IV</b>	295	595	420
<b>X</b>	<b>295</b>	<b>587</b>	<b>423</b>

**Cuadro 2.** Costos de producción para T1 (sin aplicación) para 7,2 m<sup>2</sup>.

<b>Costos de producción de tratamiento sin aplicación</b>				
<b>INGRESOS TOTALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>TOTAL Bs</b>
<b>Insumos</b>				
Humus de lombriz	kilogramos	0	10	0,0
Agua	m3	0,4	1,78	0,7
<b>Sub total</b>				0,7
<b>Lab. Cultural</b>				
Deshierbe	jornal	0,5	80	40
Aporque	jornal	0,5	80	40
Aplicación foliar	jornal	0	0	0
<b>Sub total</b>				80
<b>Riego</b>				
Durante el cultivo	jornal	0,3	80	24
<b>Sub total</b>				24
<b>Cosecha</b>				
Corte	jornal	0,5	80	20
Extendido del material	jornal	0,3	24	7,2
<b>Sub total</b>				27,2
<b>TOTAL COSTO VARIABLE</b>				131,9
<b>Insumos</b>				
Plantines de oregano	Unidad	42	2	84,0
<b>Sub total</b>				84,0
<b>Material de trabajo</b>				
Herramientas agricolas	Unidad	2	10	20,0
Estacas	Unidad	5	0,5	2,5
Malla semi sombra	m	7,2	0,22	1,6
Empleo de la carpa	m2	7	8,4	58,8
<b>Sub total</b>				82,9
<b>TOTAL COSTO FIJO</b>				166,9
<b>COSTO TOTAL DE PROD</b>				350,3
<b>INGRESO NETO</b>				-137,2
<b>Relación B/C</b>				0,5

**Cuadro 3.** Costos de producción para T2 (Frecuencia de aplicación cada 7 días) para 7,2 m<sup>2</sup>.

<b>Costos de producción de tratamiento cada 7 días</b>				
<b>INGRESOS TOTALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>TOTAL Bs</b>
<b>Insumos</b>				
Humus de lombriz	kilogramos	5	10	50,0
Agua	m3	0,4	1,78	0,7
<b>Sub total</b>				50,7
<b>Lab. Cultural</b>				
Deshierbe	jornal	0,5	80	40
Aporque	jornal	0,5	80	40
Aplicación foliar	jornal	0,5	80	40
<b>Sub total</b>				120
<b>Riego</b>				
Durante el cultivo	jornal	0,5	80	40
<b>Sub total</b>				40
<b>Cosecha</b>				
Corte	jornal	0,5	40	20
Extendido del material	jornal	0,5	40	7,2
<b>Sub total</b>				27,2
<b>TOTAL COSTO VARIABLE</b>				237,9
<b>Insumos</b>				
Plantines de oregano	Unidad	42	2	84,0
<b>Sub total</b>				84,0
<b>Material de trabajo</b>				
Herramientas agricolas	Unidad	2	10	20,0
Estacas	Unidad	8	0,5	4,0
Malla semi sombra	m	7,2	0,22	1,6
Empleo de la carpa	m2	7	8,4	58,8
Preparación del caldo	jornal	0,5	20	10
Aplicación del caldo	jornal	0,5	20	10
<b>Sub total</b>				104,4
<b>TOTAL COSTO FIJO</b>				188,4
<b>COSTO TOTAL DE PROD</b>				535,3
<b>INGRESO NETO</b>				-159,4
<b>Relación B/C</b>				0,7

**Cuadro 4.** Costos de producción para T3 (Frecuencia de aplicación cada 14 días) para 7,2 m<sup>2</sup>.

<b>Costos de producción de tratamiento cada 14 días</b>				
<b>INGRESOS TOTALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>TOTAL Bs</b>
<b>Insumos</b>				
Humus de lombriz	kilogramos	3	10	30,0
Agua	m3	0,4	1,78	0,7
<b>Sub total</b>				30,7
<b>Lab. Cultural</b>				
Deshierbe	jornal	0,5	80	40
Aporque	jornal	0,5	80	40
Aplicación foliar	jornal	0,3	80	24
<b>Sub total</b>				104
<b>Riego</b>				
Durante el cultivo	jornal	0,5	80	40
<b>Sub total</b>				40
<b>Cosecha</b>				
Corte	jornal	0,5	40	20
Extendido del material	jornal	0,5	40	7,2
<b>Sub total</b>				27,2
<b>TOTAL COSTO VARIABLE</b>				201,9
<b>Insumos</b>				
Plantines de oregano	Unidad	42	2	84,0
<b>Sub total</b>				84,0
<b>Material de trabajo</b>				
Herramientas agricolas	Unidad	2	10	20,0
Estacas	Unidad	5	0,5	2,5
Malla semi sombra	m	7,2	0,22	1,6
Empleo de la carpa	m2	7	8,4	58,8
Preparación del caldo	jornal	0,5	20	10
Aplicación del caldo	jornal	0,5	20	10
<b>Sub total</b>				102,9
<b>TOTAL COSTO FIJO</b>				186,9
<b>COSTO TOTAL DE PROD</b>				445,3
<b>INGRESO NETO</b>				-148,3
<b>Relación B/C</b>				0,6

## ANEXO 2

**Figura 1. Análisis de suelo**



**IBTEN**

**MINISTERIO DE ENERGÍAS**

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

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **JHONNY LEONARDO ASPI CHARCAS**

PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ,**  
**Provincia : MURILLO**  
**VENTILLA**  
**A P R O D A M H**

NO SOLICITUD: **059 / 2019**

FECHA DE RECEPCION : **28 / Marzo / 2019**

FECHA DE ENTREGA : **23 / Abril / 2019**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO - Ventilla invernadero.**

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
142-01 /2019	T E X T U R A	ARENA	46	%	Hidrómetro de Bouyoucos
142-02 /2019		ARCILLA	22	%	Hidrómetro de Bouyoucos
142-03 /2019		LIMO	32	%	Hidrómetro de Bouyoucos
142-04 /2019		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
142-05 /2019		GRAVA	9,4	%	Gravimetría
142-06 /2019	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
142-07 /2019	pH en agua 1:5	6,55	-	Potenciometría	
142-08 /2019	pH en KCl 1:5	5,99	-	Potenciometría	
142-09 /2019	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,700	dS/m	Conductancia	
142-10 /2019	C A C I D M O E B N I O S	Acidez de cambio (Al + H)	0,40	meq/100 g	Volumetría
142-11 /2019		Calcio	16,78	meq/100 g	Absorción atómica
142-12 /2019		Magnesio	5,08	meq/100 g	Absorción atómica
142-13 /2019		Sodio	0,60	meq/100 g	Emisión atómica
142-14 /2019		Potasio	3,52	meq/100 g	Emisión atómica
142-15 /2019		Suma de Bases	25,97	meq/100 g	Suma de bases
142-16 /2019		Capacidad de Intercambio Catiónico	26,38	meq/100 g	Volumetría
142-17 /2019	% de Saturación	98,5	%	Cálculo numérico	
142-18 /2019	Materia orgánica	11,75	%	Walkley Black	
142-19 /2019	Nitrógeno total	0,617	%	Kjeldahl	
142-20 /2019	Fósforo asimilable	249,21	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

**OBSERVACIONES,-**      \*\*      Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.

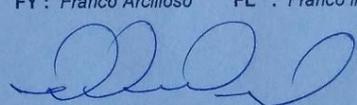
                                 C.I.C.      Capacidad de Intercambio Catiónico.

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

**CLASE TEXTURAL**

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





**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

JORGE CHUNGARA C.

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 \* Página Web: www.ibten.gob.bo

Figura 2. Análisis físico químico de abonos



**IBTEN**

**MINISTERIO DE ENERGÍAS**

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

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONOS

INTERESADO : *JHONNY LEONARDO ASPI CHARCAS*

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

***A P R O D A M H***

N° SOLICITUD: *057 / 2019*

FECHA DE RECEPCION : *28 / Marzo / 2019*

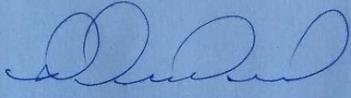
FECHA DE ENTREGA : *23 / Abril / 2019*

PRODUCTO : *MUESTRA DE HUMUS LÍQUIDO - Ventilla invernadero*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
141-01 /2019	Nitrógeno	550,000	mg/L N	Kjeldahl
141-02 /2019	Fósforo	47,300	mg/L P	Espectrofotometría UV-Visible
141-03 /2019	Potasio	13,978	mg/L K	Emisión atómica
141-04 /2019	Sodio	0,003	mg/L Na	Emisión atómica
141-05 /2019	Carbono orgánico	0,26	mg/L	Walkley Black
141-06 /2019	Calcio	167,202	mg/L Ca	Absorción atómica
141-07 /2019	Magnesio	70,004	mg/L Mg	Absorción atómica
141-08 /2019	Hierro	0,86	mg/L Fe	Absorción atómica
141-09 /2019	Manganeso	< 0.033	mg/L Mn	Absorción atómica
141-10 /2019	Cobre	< 0.045	mg/L Cu	Absorción atómica
141-11 /2019	Zinc	0,09	mg/L Zn	Absorción atómica
141-12 /2019	pH	6,25	-	Potenciometría
141-13 /2019	Coductividad eléctrica	2,55	mS / cm	Potenciometría

OBSERVACIONES.- *Resultados en base humeda.*





**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)