



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DOS ESPECIES**  
**(*Euphorbaceae*) PARA LA DEGRADACIÓN DE PLAGUICIDAS EN**  
**EL SUELO DEL BARRIO SAN JOSÉ DE LA PARROQUIA SAN**  
**ISIDRO DE PATULÚ DEL CANTÓN GUANO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Tipo:** proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA:** PÁLIZ HIDALGO ANDREA TERESA

**TUTOR:** Dr. FAUSTO YAULEMA GARCES

Riobamba – Ecuador

2018

**©2018, Andrea Teresa Páliz Hidalgo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

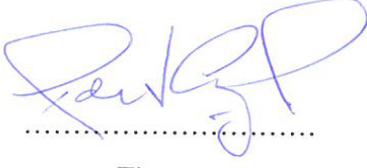
El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: el trabajo de titulación Tipo: proyecto de investigación “**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DOS ESPECIES (*Euphorbaceaes*) PARA LA DEGRADACIÓN DE PLAGUICIDAS EN EL SUELO DEL BARRIO SAN JOSÉ DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO DE PATULÚ DEL CANTÓN GUANO**” responsabilidad de la señorita: Andrea Teresa Páliz Hidalgo, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

Dr. Fausto Yaulema Garcés  
**Director del Trabajo de  
Titulación**

.....  
  
**Firma**

.....  
07/06/2018  
**Fecha**

PhD. Robert Cazar Ramírez  
**Miembro del Tribunal**

.....  
  
**Firma**

.....  
07/06/2018  
**Fecha**

Yo, Andrea Teresa Páliz Hidalgo, soy responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Proyecto de Titulación y el patrimonio intelectual del Proyecto de titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ANDREA TERESA PÀLIZ HIDALGO

C.I. 080325831-8

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios y a la Virgencita de Guadalupe, a mis padres, Antonio Páliz y Marcia Hidalgo, por apoyarme siempre, por creer en mí, darme confianza, brindarme su inmenso amor todos los días de mi vida, por sus sabios consejos, por ser para mí y mis hermanas un ejemplo de superación, lucha y entrega constante a su familia, por cada uno de esos momentos que siempre los llevaré en mi memoria y mi corazón, amarlos siempre padres míos porque ustedes siempre serán el mayor tesoro que Dios me ha regalado.

A mis hermanas, Daniela Páliz, gracias mi ojitos hermosa por siempre ayudarme y ser mi apoyo en el transcurso de mi carrera, darme tus sabios consejos, por contagiarme con tus locuras y sacar siempre lo mejor de mí, Valeria Páliz, gracias mi negra bella por tus palabras de aliento, por hacerme ver de una manera correcta las cosas, Denisse Páliz, mi chiqui preciosa, tu eres el regalo más hermoso que Dios nos pudo dar, mi inspiración, mi fuerza, mis ganas de seguir luchando cada día y no darme por vencida, por que bastaba con un ñaña te amo, para levantarme y seguir en la batalla, te amo y quiero que sigas adelante con tus estudios porque sé que vas a ser la mejor en lo que te propongas conseguir.

A mi princesita que está por nacer mi hija la bendición más grande de mi vida Kaley Castillo Páliz, por ser mi inspiración, para culminar con mi Trabajo de Titulación, te amo mi gordita bella.

**Andrea**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, por formarme como una profesional.

A mis primos Luis Hidalgo, Gustavo Hidalgo y Carlos Tello por siempre brindarme su apoyo, su ayuda incondicional y por siempre estar pendientes de nosotras y cuidarnos como sus hermanas.

A mi novio, Ing. Ángel Castillo, por brindarme su apoyo en las buenas y malas, sus consejos y darme ánimos para seguir adelante con mi meta.

A mis familiares y amigos que siempre estuvieron apoyándome en las buenas y en las difíciles, y a todas aquellas personas que me ayudaron en la realización de mi Trabajo de Titulación, docentes y conocidos que de una u otra forma siempre estuvieron para brindarme una mano amiga, que Dios los bendiga siempre.

Al Dr. Fausto Yaulema, como mi Director del Trabajo de Titulación, por brindarme sus conocimientos, su apoyo, su ayuda y colaboración constante, al Dr. Robert Cazar como Miembro, por su ayuda, su confianza y motivación en el desarrollo del presente Trabajo de Titulación.

**Andrea**

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
CAPÍTULO I	
1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	3
1.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.2 Suelo.....	4
1.2.1 <i>Parámetros Físico-Químico del Suelo</i> .....	5
1.3 Plaguicidas.....	5
1.3.1 <i>Clasificación de los plaguicidas</i> .....	6
1.3.2 <i>Efectos de los Plaguicidas en el Medio Ambiente</i> .....	7
1.4 Efectos y Toxicidad de los Plaguicidas en la Salud.....	8
1.5 Plaguicidas Organofosforados.....	8
1.5.1 <i>Propiedades</i> .....	9
1.5.2 <i>Contaminación de Suelos por Plaguicida Organofosforado</i> .....	9
1.5.3 <i>Malatiòn</i> .....	10
1.6 <i>Euphorbaceaes</i> .....	12
1.6.1 <i>Euphorbia Pulcherrima (Estrella de Navidad)</i> .....	12
1.6.2 <i>Euphorbia Cotinifolia (Lechero Rojo)</i> .....	14
1.7 Mecanismo de Hiperacumulación de las <i>Euphorbaceaes</i> .....	16
1.8 Fitorremediación.....	16
1.8.1 <i>Técnicas de la Fitorremediación</i> .....	17
1.8.2 <i>Fitorremediación Ventajas y Desventajas</i> .....	18
1.9 Método de Cromatografía de Gases.....	19
1.9.1 <i>Cuantificación de Plaguicidas Organofosforados por Cromatografía de Gases</i> .....	19

## CAPÍTULO II

2	METODOLOGÍA.....	20
2.1	Caracterización Físico-Químico del Suelo.....	20
2.1.1	<i>Lugar de Muestreo</i> .....	20
2.1.2	<i>Delimitación del Área de Muestreo</i> .....	21
2.1.3	<i>Método de Muestreo</i> .....	22
2.1.4	<i>Análisis del Suelo en el Laboratorio</i> .....	23
2.1.5	<i>Parámetros Físico-Químico del Suelo</i> .....	24
2.2	Fitoestimulación de las <i>Euphorbaceae</i> .....	24
2.2.1	<i>Selección de Especies Euphorbaceae</i> .....	24
2.2.2	<i>Cálculo de Concentraciones del Plaguicida para la Fitoestimulación</i> .....	25
2.2.3	<i>Preparación de Soluciones para Fitoestimulación</i> .....	27
2.2.4	<i>Ensayo de Fitoestimulación</i> .....	28
2.2.5	<i>Control de Crecimiento de las Especies Euphorbia Pulcherrima y Euphorbia Cotinifolia a Distintas Concentraciones</i> .....	28
2.3	Determinación de la Capacidad Degradadora de las <i>Euphorbaceae</i> .....	31
2.3.1	<i>Trasplante a Macetas y Fitoestimulación de las Especies Euphorbaceae en el Suelo Contaminado</i> .....	31
2.3.2	<i>Implementación de un Invernadero</i> .....	32
2.3.3	<i>Control de Crecimiento de las Plantas</i> .....	33
2.3.4	<i>Tasa de Crecimiento de las Hojas</i> .....	37

## CAPÍTULO III

3	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
3.1	Determinar las Propiedades Físico - Químico del Suelo.....	54
3.2	Fitoestimulación de Especies <i>Euphorbaceae</i> .....	56
3.3	Comparación de los análisis de plaguicidas organofosforados realizados al suelo por el Laboratorio LASA.....	65

CONCLUSIONES.....	67
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	68
----------------------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Clasificación de los Plaguicidas según Toxicidad Aguda Expresada en DL50. ....	6
<b>Tabla 2-1:</b> Características de la Especie <i>Euphorbia Pulcherrima</i> .....	13
<b>Tabla 3-1:</b> Características de la Especie <i>Euphorbia Cotinifolia</i> .....	15.
<b>Tabla 1-4:</b> Método Analítico Empleado por el Laboratorio .....	19
<b>Tabla 1-2:</b> Coordenadas Geográficas .....	20
<b>Tabla 2-2:</b> Parámetros y Métodos Analizados .....	24
<b>Tabla 3-2:</b> Crecimiento de la Planta en la Primera Semana .....	29
<b>Tabla 4-2:</b> Crecimiento de la Planta en la Segunda Semana .....	29
<b>Tabla 5-2:</b> Crecimiento de la Planta en la Tercera Semana .....	30
<b>Tabla 6-2:</b> Crecimiento de la Planta en la cuarta Semana .....	30
<b>Tabla 7-2:</b> Control de crecimiento de <i>Euphorbia Cotinifolia</i> en el suelo contaminado .....	35
<b>Tabla 8-2:</b> Control de crecimiento de <i>Euphorbia Pulcherrima</i> en suelo contaminado .....	36
<b>Tabla 9-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana .....	38
<b>Tabla 10-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana .....	38
<b>Tabla 11-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana .....	39
<b>Tabla 12-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana .....	39
<b>Tabla 13-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana .....	40
<b>Tabla 14-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana .....	40
<b>Tabla 15-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana .....	41
<b>Tabla 16-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana .....	41

<b>Tabla 17-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana.....	42
<b>Tabla 18-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana.....	42
<b>Tabla 19-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana.....	43
<b>Tabla 20-2:</b> Crecimiento de hijas, cuarta semana.....	43
<b>Tabla 21-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana.....	44
<b>Tabla 22-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana.....	44
<b>Tabla 23-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana.....	45
<b>Tabla 24-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana.....	45
<b>Tabla 25-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana.....	46
<b>Tabla 26-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana.....	46
<b>Tabla 27-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana.....	47
<b>Tabla 28-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana.....	47
<b>Tabla 29-2:</b> crecimiento de hojas, primera semana.....	48
<b>Tabla 30-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana.....	48
<b>Tabla 31-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana.....	49
<b>Tabla 32-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana.....	49
<b>Tabla 33-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana.....	50
<b>Tabla 34-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana.....	50
<b>Tabla 35-2:</b> Crecimiento de hojas, tercera semana.....	51
<b>Tabla 36-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana.....	51
<b>Tabla 37-2:</b> Crecimiento de hojas, primera semana.....	52
<b>Tabla 38-2:</b> Crecimiento de hojas, segunda semana.....	52
<b>Tabla 39-2:</b> <i>Crecimiento de hojas, tercera semana.....</i>	53

<b>Tabla 40-2:</b> Crecimiento de hojas, cuarta semana .....	53
<b>Tabla 1-3:</b> Análisis Físico - Químico inicial del Suelo .....	54
<b>Tabla 2-3:</b> Análisis Físico - Químico final del suelo. ....	55
<b>Tabla 3-3:</b> Plantas Fitoestimuladas con un Óptimo Crecimiento a Diferentes Concentraciones	56
<b>Tabla 4-3:</b> Tabla de medición de temperatura dentro invernadero. ....	58
<b>Tabla 5-3:</b> Tasa de crecimiento de las hojas. ....	60
<b>Tabla 6-3:</b> Control de crecimiento de plantas en el suelo. ....	62
<b>Tabla 7-3:</b> Análisis del suelo con la especie Euphorbia Pulcherrima .....	65
<b>Tabla 8-3:</b> Análisis del suelo con la Planta de Especie Euphorbia Cotinifolia .....	66

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Mecanismo de influencia de plaguicidas en el suelo .....	10
<b>Figura 2-1:</b> Plaguicida.....	11
<b>Figura 3-1:</b> Especie de Euphorbia Pulcherrima .....	12
<b>Figura 4-1:</b> Especie Euphorbia Cotinifolia .....	14
<b>Figura 5-1:</b> Fitotecnologías Aplicadas para Acumular Contaminantes en la Planta.....	17
<b>Figura 1-2:</b> Ubicación del Terreno San José de Tembo.....	21
<b>Figura 2-2:</b> Delimitación del Área .....	21
<b>Figura 3-2:</b> Método de muestreo en zig-zag .....	22
<b>Figura 4-2:</b> Homogenización de las Muestras .....	23
<b>Figura 5-2:</b> Fitoestimulación.....	28
<b>Figura 6-2:</b> Trasplante de las Plantas .....	32
<b>Figura 7-2:</b> Diseño de Invernadero .....	33
<b>Figura 8-2:</b> Especies Euphorbaceas en el Invernadero .....	34
<b>Figura 9-2:</b> Medición de hojas Euphorbia Cotinifolia y Pulcherrima.....	37

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Control de crecimiento de las especies Euphorbia Pulcherrima y Euphorbia Cotinifolia a distintas concentraciones.....	57
<b>Gráfico 2-3:</b> Medición de temperatura.....	59
<b>Gráfico 3-3:</b> Control de crecimiento de hojas .....	61
<b>Gráfico 4-3:</b> Control de crecimiento de plantas en el suelo .....	63
<b>Gráfico 5-3:</b> Control de crecimiento de plantas en el suelo .....	64

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Delimitación del área de muestreo
- Anexo B:** Preparación de soluciones
- Anexo C:** Medición de las *Euphorbaceaes* para ensayo
- Anexo D:** Ensayo de fitoestimulación
- Anexo E:** Pesaje de macetas y plantas
- Anexo F:** Trasplante de las *Euphorbaceaes* en las macetas
- Anexo G:** Planta contaminada con el hongo Oídium
- Anexo H:** Funguicida para atacar el Oídium
- Anexo I:** Diseño y construcción de un invernadero
- Anexo J:** Hidrómetro para suelos
- Anexo K:** Crecimiento de *Euphorbia Cotinifolia* en suelo
- Anexo L:** Crecimiento de *Euphorbia Pulcherrima* en el suelo
- Anexo M:** Traslado de *Euphorbaceaes* al vivero
- Anexo N:** Control de crecimiento de las *Euphorbaceaes*
- Anexo O:** Plantas sobrevivientes dentro del invernadero
- Anexo P:** Resultados de Análisis de Físico-Químico del suelo
- Anexo Q:** Resultados de Análisis de Plaguicidas Organofosforado

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo evaluar la capacidad de dos especies *Euphorbaceae* para la degradación de plaguicidas en el suelo del barrio San José de la parroquia San Isidro de Patulú del cantón Guano, la metodología usada para el muestreo de suelo fue en zig-zag utilizado por el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP). Las muestras obtenidas de estas fueron analizadas en el laboratorio LASA en el cual se analizaron la textura, fracción de partículas, humedad, pH, materia orgánica, nitrógeno total, azufre, calcio, fósforo, magnesio y potasio; para lo cual se suministró diferentes concentraciones en partes por millón de solución de plaguicidas organofosforados en plantas de las especies *Euphorbia Pulcherrima* también conocida como flor de pascua y *Euphorbia Cotinifolia* conocida como Lechero rojo, para observar que especie es la más eficiente en la descontaminación de suelos, dando como resultado que *Euphorbia Cotinifolia* es la especie con capacidad de degradar plaguicida en el suelo y tiene resistencia a concentraciones de plaguicidas organofosforados, ya que los contaminantes presentes al inicio del estudio en el suelo fueron mayores al 0,01 mg/kg y después de aplicar el tratamiento los valores se redujeron a un porcentaje menor a 0,01 mg/kg, siendo la más óptima en saneamiento de suelos agrícolas. Se comprobó que la especie *Euphorbia Cotinifolia* es apta para ser utilizada en procesos de degradación de plaguicidas organofosforados mediante la técnica de fitorremediación, además de disminuir costos y aportar positivamente al medio ambiente. Por lo que se recomienda seguir realizando estudios sobre el mecanismo de absorción radicular en la especie *Euphorbia Cotinifolia* para conocer la capacidad de hiperacumulación que pueden tener para degradar otro tipo de plaguicidas.

**Palabras clave:** <BIOTECNOLOGÍA>, <BIOREMEDICIÓN>, <FITOESTIMULACIÓN >, <PLAGUICIDAS>, < ESTRELLA DE PASCUA (*Euphorbia Pulcherrima*)>, <LECHE ROROJO (*Euphorbia Cotinifolia*) >, <HIPERACUMULACIÓN >



## ABSTRACT

The present graduation work aims to assess the capacity of two *Euphorbaceae*s for the degradation of pesticides in the soil of San José neighborhood from San Isidro de Patulú in Guano canton, the methodology used for the sampling of the soil was zig-zag used by the National Institute of Investigation Agropecuaria (INIAP). The samples obtained were analyzed at the LASA laboratory where the texture, fraction of particles, humidity, pH, organic matter, total nitrogen, sulfur, calcium, phosphorus, magnesium and potassium; for this, different concentrations were supplied per million of organic phosphoric pesticide solutions in *Euphorbia Pulcherrima* plants also known as poinsettia and *Euphorbia Cotinifolia* known as copper plant, in order to observe which plant is more efficient in the decontamination of the soils, having as a result that *Euphorbia Cotinifolia* is the species with the capacity to degrade the pesticide in the soil and is resistant to concentrations of organic phosphoric pesticides, since the pollutants found at the beginning of the study in the soil were higher to 0,01 mg/kg and after applying the treatment the values decreased to a percentage lower to 0,01 mg/kg, being the most optimal in sanitation of farming soils. It was proved that *Euphorbia Cotinifolia* is able to be used in processes of organic phosphoric pesticides degradation by means of the phytoremediation technique, as well as reducing costs and contribute positively to the environment. Thus, it is recommended to keep on developing studies about the mechanisms of radicular absorption in the *Euphorbia Cotinifolia* species in order to know the hyper accumulation capacity they can have to degrade other types of pesticides.

**Key words:** <BIOTECHNOLOGY>, <BIOREMEDIATION>, <PHYTOESTIMULATION>, <PESTICIDES>, <POINSETTIA (*Euphorbia Pulcherrima*)>, <COPPER PLANT (*Euphorbia Cotinifolia*)>, <HIPER ACUMMULATION>



## INTRODUCCIÓN

En nuestro país la problemática que se presenta en el sector agrícola, por el uso inadecuado e indiscriminado de productos químicos (Plaguicidas), es la contaminación de los suelos. Estos productos al ser utilizados en un proceso de prevención y control de plagas son transportados al suelo de forma directa o indirecta, dando origen a un problema de polución y contaminación. Su uso no solo afecta a la condición del suelo, sino también, a seres humanos, y ambiente. Se estima que el 44% de los plaguicidas están dispersos en la atmosfera y sistemas acuáticos y el 25% se encuentra acumulado en el follaje.

En la actualidad la responsabilidad por preservar el ambiente es muy grande. Por lo que se ha buscado alternativas mediante la aplicación de métodos que ayuden a degradar, remover o neutralizar plaguicidas que se mantienen activos en el suelo y en los organismos vivos, una de estas alternativas es la aplicación de la tecnología de fitoestimulación utilizando dos especies de Euphorbaceas, y la fitorremediación como una técnica que ofrece numerosas ventajas en relación con los métodos fisicoquímicos que se usan en la actualidad, como su bajo costo, y su gran potencialidad en el saneamiento y recuperación de suelos.

Las experiencias que se han realizado e investigado con algunas plantas, han permitido la posibilidad de llevar a cabo esta investigación, la cual tiene como finalidad remediar la contaminación provocada por el uso excesivo de plaguicidas, utilizando dos especies de planta: *Euphorbia Pulcherrima* (Estrella de navidad) y *Euphorbia Cotinifolia* (Lechero rojo) pertenecientes a la familia Euphorbaceas, para el mejoramiento de la calidad de suelos contaminados por estos residuos.

La investigación se basará en la evaluación de la capacidad de hiperacumulación que tienen las Euphorbaceas para degradar plaguicidas en el suelo, exponiendo al suelo contaminado a distintas concentraciones de plaguicidas organofosforados mediante fitoestimulación y realizando análisis al suelo para determinar la eficacia del método de fitorremediación utilizado en el suelo, lo que permitirá manejar aspectos fundamentales como:

- Promover la técnica para la recuperación de suelos contaminados con plaguicidas organofosforados en las diferentes zonas del Ecuador.
- Aplicación de tecnologías amigables con el ambiente y de bajo costo.
- Este proceso abarca un estudio desde cómo se obtiene el suelo contaminado por medio de un muestreo y el proceso al que es sometido para su descontaminación, mediante los siguientes pasos:
- Caracterización fisicoquímica del suelo

- Fitoestimulación de las plantas *Euphorbia Pulcherrima* y *Euphorbia Cotinifolia*
- Capacidad de degradación de las plantas *Euphorbaceaes*

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la capacidad de dos especies *Euphorbaceaes* para la degradación de plaguicidas en el suelo del barrio San José de la parroquia San Isidro de Patulú del cantón Guano.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- Preparar a la *Euphorbia Pulcherrima* y *Euphorbia Cotinifolia* mediante fitoestimulación a distintas cantidades de plaguicidas organofosforados.
- Conocer la capacidad que tienen las plantas *Euphorbia Pulcherrima* y *Euphorbia Cotinifolia* para degradar plaguicidas organofosforados en el suelo.

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

#### 1.1 Antecedentes de la investigación

Según Campos (1999) establece que:

El desarrollo de una cobertura vegetal y la estimulación de plantas capaces de tolerar y propagarse en suelos contaminados por hidrocarburos es una de las técnicas a alcanzar para lograr un proceso de saneamiento de ecosistemas terrestres afectados por este tipo de contaminación. (Campos, 1999, págs. 13-14)

La búsqueda de soluciones para disminuir la contaminación del suelo por hidrocarburos ha llevado a evaluar algunas técnicas utilizadas en fitorremediación, basado en revisión bibliográfica, como un tratamiento opcional para la salvación ecológica de un ecosistema tan vital como el suelo o la descontaminación de los lodos provenientes de las plantas de tratamiento; identificando las especies vegetales potenciales para esto. (Serrano G, 2006)

La fitorremediación aplicada a suelos contaminados con elementos o compuestos inorgánicos, incluye, básicamente, tres mecanismos: la fitoextracción o fitoacumulación, la fitoestabilización y la Fito volatilización. (Prasad & H.M, 2003)

En la actualidad existen una serie de normativas para el uso y aplicación de pesticidas en las plantaciones dedicadas a la producción florícola, mismas que se emplean con el fin de evitar efectos nocivos tanto para el suelo como para el ambiente; sin embargo, pese a estas restricciones y utilización de productos químicos permitidos, aún pueden presentarse efectos adversos en el mantenimiento y conservación de suelos, afectando a los principales nutrientes del mismo, tornándolos salinos. (Maldonado, Maldonado, Reece, & Carrasco, 2007)

Las plantas metalofitas han avanzado en mecanismos biológicos que les permiten mantenerse en suelos gustosos en metales, tanto naturales (suelos *serpentiníticos* o *ultramáficos*) como antropogénicos. Varias especies, muestran mecanismos extremadamente técnicos que les

permiten almacenar o "hiperacumular" metales (como Cd, Co, Ni y Zn) en sus hojas, hasta conseguir concentraciones superiores al 2% de su materia seca: son las llamadas "plantas hiperacumuladoras". (Kidd, Becerra Castro, Garcia Lestón , & Monterroso Martínez, 2007)

De acuerdo a estudios realizados anteriormente, en suelos agrícolas tratados con pesticidas, se desprende que el uso de bacterias para la degradación de pesticidas ha tenido un resultado favorable en las condiciones del suelo debido a que estos microorganismos presentan un proceso de metabolismo, es decir la habilidad de transformar las moléculas orgánicas en compuestos orgánicos que benefician al suelo. (Hernández, Salinas, Castillo, Bello, & Quintero, 2013)

En la zona del Caribe, la aparición de plantas terrestres idóneas de hiperacumular metales pesados es elevada. Se han encontrado 12 familias, 30 géneros y 157 especies con esta propiedad; de ellas 122 especies son hiperacumuladoras y 35 son acumuladoras. Las familias mejor representadas son: Asteraceae, *Euphorbiaceae* y *Rubiaceae*, y los géneros con mayor contribución en especies: *Buxus*, *Leucocroton*, *Phyllanthus*, *Pentacalia*, *Mosiera*, *Psychotria*, *Gochnatia* y *Tetralix*. (Merrero, Amores, & Coto, 2012, pp. 52-61)

La utilización de metales pesados en la industria es altamente difundida, lo que ha generado mayor contaminación de suelo y agua, por lo que se evalúa la capacidad de tres especies vegetales, *Amaranto Hybridus* (Amaranto), *Beta Vulgaris* (acelga) y *Medicato Sativa* (alfalfa) para absorción de plomo en suelos contaminados utilizando la técnica de fitorremediación como una tecnología capaz de remover plomo a través de la estimulación de las plantas y cuantificar este proceso por espectrofotometría de absorción atómica. (Bonilla Valencia , 2013, págs. 25-27)

## **1.2 Suelo**

El suelo además de ser la capa que cubre la superficie de la tierra y de servir como habitad para un sin número de especies, también constituye una parte importante para el desarrollo de la vida, ya que brinda una fuente aprovechable de nutrientes para que se puedan originar variedades de alimentos para el sustento de la vida de hombres y animales.

### 1.2.1 *Parámetros Físico-Químico del Suelo*

- **Textura:** el suelo está compuesto de partículas de diferentes tamaños, estas partículas o fracciones (arena, limo y arcilla) tienen una relación entre sí y permiten la facilidad de penetración en el suelo.
- **Estructura:** las partículas en la mayoría de las veces no están presentes en el suelo de manera independiente, ya que se encuentran ligadas entre ellas, formando los agregados. Es por ello que la estructura del suelo es la unión de los constituyentes del suelo.
- **Humedad:** es la cantidad de agua que contiene el suelo, esto varía de acuerdo a la textura que presenta el suelo.
- **pH:** mide la actividad de los radicales libres de H<sup>+</sup> y determina si un suelo es ácido o alcalino.
- **Materia orgánica:** proviene de restos animales o vegetales por descomposición en el suelo, esto determina el factor de fertilidad de un suelo.
- **Nitrógeno:** el nitrógeno en el suelo es de gran importancia ya que forma parte de los aminoácidos que a su vez constituyen las proteínas.
- **Azufre:** cumple un papel importante como componente del proceso del metabolismo de planta y formando parte de la materia orgánica.
- **Calcio:** es indispensable en la formación, crecimiento y producción de las plantas y ayuda a la conversión del nitrógeno en asimilable.
- **Fósforo:** ayuda a mantener el equilibrio químico en el suelo y ayuda al crecimiento progresivo de las plantas.
- **Magnesio:** ayuda a mantener en equilibrio la solución de nutrientes en el suelo además de ayudar a la malformación de productos.
- **Potasio:** cumple funciones importantes en la fisiología y la fotosíntesis de las plantas durante su crecimiento.

### 1.3 **Plaguicidas**

La mayoría de plaguicidas son industrializados y aunque su ayuda es fundamental para los agricultores, actualmente son un peligro para la sociedad, afectan los recursos y producen daños en la salud de las personas y animales.

Los plaguicidas son Sustancias químicas de origen natural o sintético u organismo vivo, sus sustancias y/o subproductos, que se utilizan solas, combinadas o en mezclas para la protección (combatir o destruir, repeler o mitigar: bacterias, hongos, nematodos, ácaros, moluscos, insectos,

plantas no deseadas, roedores, otros) de los cultivos y productos agrícolas. Igualmente, cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se las use como defoliantes, desecantes, ordenadores de crecimiento, y las que se emplean a los cultivos antes o después de la cosecha para salvaguardar el producto.

### 1.3.1 Clasificación de los plaguicidas

La clasificación de los plaguicidas alcanza diversos aspectos obedeciendo las diferentes necesidades del hombre, bien sea por el problema que controla, la presentación, su constitución química o por su peligrosidad.

Los plaguicidas se pueden clasificar según:

- **Tipo de organismo que se desea controlar:** Insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas, molusquicidas, rodenticidas, avicidas.
- **Según grupo químico del principio activo:** compuestos organofosforados, compuestos carbamatos, compuestos organoclorados, piretroides, derivados del bupiridilo, triazinas, tiocarbamatos, derivados del cloronitrofenol, compuestos organomercuriales.
- **Según su persistencia al medio ambiente:** persistentes, poco persistentes, no persistentes.
- **Según su toxicidad aguda (O.M.S):** esta se basa principalmente en la toxicidad por vía oral en ratas y ratones. Usualmente los dosis se registran como el valor DL50 (Dosis Letal Media) que es la dosis requerida para matar al 50% de la población de animales de prueba y se expresa en términos de mg/kg del peso del cuerpo del animal. (Milla & Palomino, 2002, pp. 1-2) (Ver Tabla 1-1)

**Tabla 1-1:** Clasificación de los Plaguicidas según Toxicidad Aguda Expresada en DL50.

Clase	Por vía oral		Por vía dérmica	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
<b>Ia Sumamente tóxico</b>	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
<b>Ib Muy tóxico</b>	5 - 50	20 -200	10 -100	40 -400
<b>II Moderadamente tóxico</b>	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000
<b>III Poco tóxico</b>	Más de 500	Más de 200	Más de 1000	Más de 4000

Fuente: Milla y Palomino (2002)

### ***1.3.2 Efectos de los Plaguicidas en el Medio Ambiente***

Si bien los plaguicidas fueron establecidos para beneficiar al hombre en sus diversas actividades agrícolas el uso de los mismos ha causado efectos dañinos en el ambiente, estas sustancias han sido incorporados o adicionados de manera empírica, lo que hace permisible hallar residuos de estos compuestos en los productos cosechados, esto ha llevado a considerar a los plaguicidas una amenaza para la salud y la conservación del medio ambiente.

Dependiendo de cómo sean utilizados los plaguicidas pueden causar daño al suelo en grandes cantidades al ser arrastrado hacia su interior estimulando su erosión, diversas de estas sustancias suelen ser incorporadas al aire y transitar a grandes caminos, otros agregados se transfieren a las plantas por sus raíces y son ingeridas por animales y por el mismo hombre causando daños irreversibles. Según sea la estructura de cada de una de estas sustancias se logrará establecer el grado de contaminación de los plaguicidas en el agua, aire, suelo y alimentos.

#### **Agua**

Los sedimentos que se encuentran en suspensión en el agua, facilitan la movilización del contaminante, esto se da debido a la capacidad de intercambio superficial entre la partícula y el mismo, la contaminación se puede dar por varias vías:

- Arrastre del contaminante por acción de la lluvia.
- La fumigación aérea realizada cerca del curso de agua.
- Derrame accidental
- Utilización de agua para limpieza y lavado de materiales

#### **Aire**

Durante la aspersión de plaguicidas entre 0.1 y 1% del líquido puede convertirse en gotas que se evaporan casi completamente o pueden ser arrastradas por el viento, en la evaporación, influye en la circulación del aire y de la superficie de la hoja o la condición del suelo.

#### **Suelo**

El efecto principal de la contaminación en el suelo se da sobre su diversidad edáfica afectando la productividad de este, existen algunos parámetros de los plaguicidas que influyen en los procesos que tienen lugar en el suelo como la persistencia, movilidad y bioacumulación. (Reinel Muñoz, 2009, págs. 24-27)

## **1.4 Efectos y Toxicidad de los Plaguicidas en la Salud**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) mediante un informe provee información toxicológica donde se muestra que los plaguicidas siguen figurando entre los agentes causantes de intoxicación. En el 2011, el 49.2% de los 2.527 casos registrados pertenecen a intoxicación por plaguicidas, un informe en el 2012 por el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico permitió dar a conocer que los plaguicidas siguen estando entre los principales agentes causantes de intoxicaciones, siendo los organofosforados los mayormente involucrados en este aspecto. (Pinto, 2015)

La toxicidad de los plaguicidas depende del tipo de sustancia, la vía de penetración al organismo, intensidad de la dosis y el tiempo de exposición. La exposición se da en diferentes niveles de intensidad, existen dos grupos: alto riesgo (se incluye a personas que mantienen un contacto directo y progresivo con estas sustancias) y bajo riesgo o exposición moderada (forma parte la población en general). En la salud humana los efectos a corto plazo incluyen enfermedades y en ocasiones la muerte por la exposición accidental, los efectos crónicos son mutagénicos, oncogénicos y neurológicos.

El porcentaje más alto de intoxicación se da por la vía dérmica, el solvente orgánico es absorbido a través de la piel. La eliminación se da por medio de la orina, heces y aire.

Por medio de la cadena alimenticia, el organismo humano tiende a acumular estas sustancias químicas (plaguicidas) provocando una intoxicación crónica, que se manifiesta como desordenes orgánicos.

## **1.5 Plaguicidas Organofosforados**

Se utilizan como insecticidas, nematicidas, herbicidas, funguicidas, plastificación y fluidos hidráulicos (en la industria). También son utilizados como armas químicas.

### ***1.5.1 Propiedades***

- Liposuble: facilitan su absorción porque atraviesan fácilmente las barreras biológicas (piel, mucosas), también penetran en el Sistema Nervioso Central. Algunos productos pueden almacenar en tejido graso lo que puede provocar toxicidad retardada debido a la liberación tardía.
- Mediana tensión de vapor: lo que hace que sean volátiles facilitando la absorción inhaladora.
- Degradables: sufren hidrólisis en medio alcalino en tierra y en líquidos biológicos, no siendo persistentes en el medio. (Sánchez Matín & Sánchez Camazano, 1984, pp. 12-13)

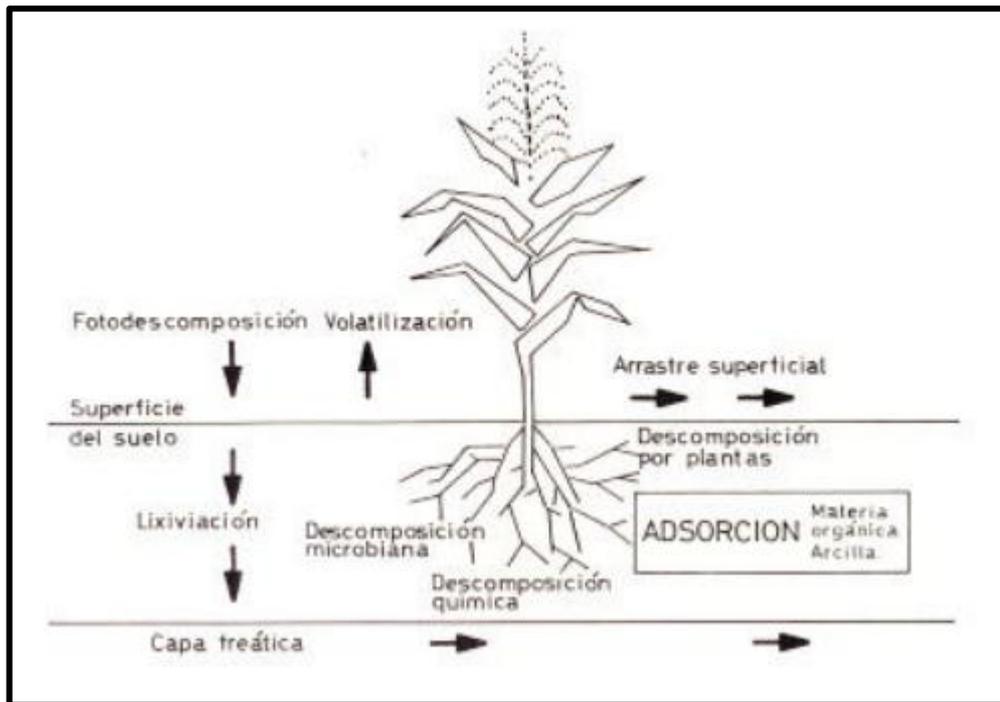
### ***1.5.2 Contaminación de Suelos por Plaguicida Organofosforado***

Los plaguicidas posteriormente de ser aplicados o expuestos al ambiente tienden a intervenir eficientemente a un grado propio debido a su composición química dentro de cualquier ecosistema en el cual interactúen.

La propagación de un plaguicida dependerá no solo de las condiciones climáticas del medio en que se encuentren, sino también de su formulación, el nivel de concentración del plaguicida a ser utilizado.

Por acciones antropogénicas los plaguicidas llegan al suelo afectando su calidad, además de la interacción que hay entre la multitud de poblaciones animales, vegetales y microbianas que en el coexisten, relacionándose entre sí, con el agua y con los minerales edáficos manteniendo un equilibrio dinámico.

La interacción de los plaguicidas con el suelo es de gran disposición ya que indirecta o directamente este tiene contacto con la superficie del suelo, por lo que es importante conocer su evolución en este procedimiento, además de los mecanismos que influyen en la persistencia de plaguicidas en el suelo, y esto dependerá de algunas variables como lo son la humedad, pH, temperatura, tipo de arcilla, materia orgánica, intercambio iónico del suelo, así también de las características fisicoquímicas del plaguicida. (Sánchez Matín & Sánchez Camazano, 1984, p. 31)



**Figura 1-1:** Mecanismo de influencia de plaguicidas en el suelo

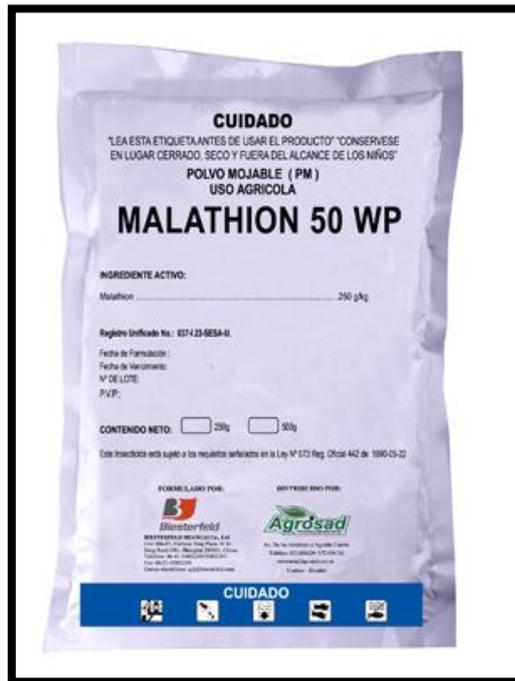
Fuente: Sánchez Matín & Sánchez Camazano (1984)

### 1.5.3 Malatión

Es un plaguicida insecticida organofosforado cuya fórmula molecular es  $C_{10}H_{19}O_6P_2S_2$ , tiene un peso molecular 330.36, posee un color ámbar claro con la presencia de un olor a xilol, su densidad es de 1,07gr/ml volatilidad de 30, soluble en agua a 145 ppm en temperatura ambiente, este agregado impide colinesterasa de los insectos, es utilizado en la mayoría de los cultivos.

Al ser el Malatión el insecticida más utilizado y comercializado dentro del campo de la agricultura para el control de plagas en los diferentes cultivos agrícolas, se lo ha utilizado en el presente proyecto de titulación para generar soluciones a distintas concentraciones del mismo, por ser el organofosforado con mayor retención en el suelo y de fácil manipulación dentro del laboratorio.

Este plaguicida puede ser detectado en el suelo por muchas formas, pero la más eficaz es por cromatografía de gases.



**Figura 2-1:** Plaguicida

**Fuente:** (Agrosad, Productos Agropecuarios)

### 1.5.3.1 Degradación del Malatión

El malatión es un compuesto organofosforado cuya vida media en los sistemas terrestres varía entre 1 a 25 días, en este medio la velocidad de degradación depende de la materia orgánica y del grado de adsorción de las partículas, la afinidad de este compuesto por el suelo varía de muy baja a moderada y puede formar un riesgo de contaminación para las aguas subterráneas en sitios donde las condiciones no favorezcan su degradación, tanto en agua como en suelo la degradación ocurre por una combinación de procesos biológicos y reacciones no biológicas mediadas por el agua. Cuando es absorbido por las plantas se localiza en las partes que contienen más agua, lo cual facilita su metabolismo.

## 1.6 *Euphorbaceae*

### 1.6.1 *Euphorbia Pulcherrima* (Estrella de Navidad)

La especie *Euphorbia Pulcherrima* o llamada comúnmente flor de pascua, flor de nochebuena o estrella de navidad, es una especie vegetal nativa de América Central; abarca unas 8.000 especies distribuidas en lugares cálidos y tropicales, llega a medir de uno a cuatro metros de alto, aunque existen muchos cultivares enanos, es un género venenoso, por lo que hay que tener mucha precaución especialmente en sus hojas, es muy popular en lugares tropicales, deben tener un riego moderado, y se pueden multiplicar por esquejes con gran facilidad, aunque también lo pueden hacer por semillas en los lugares de su procedencia, es de la familia *Euphorbiaceae* del género *Euphorbia*. (Rojas Chávez, Standley, & Steyermark, 2010)



**Figura 3-1:** Especie de *Euphorbia Pulcherrima*

**Fuente:** (Revista Espores. La veu del Botanic)

#### 1.6.1.1 Características de la Especie *Euphorbia Pulcherrima* (Estrella de Navidad)

El tallo de la *Euphorbia Pulcherrima* es leñoso, con pocas ramas fuertes de forma cilíndrica y sin pelos; sus hojas son de color verde oscuro aterciopeladas, con borde dentados, de 10-15 cm, poseen otras hojas coloreadas con apariencia de pétalos (brácteas), pueden llegar a ser de diversos colores rojo, amarillos, blancas o rosa, se propagan por estacas con hojas bajo niebla.

Se suele plantar durante la época navideña gracias a su auge vegetativo durante esta época, aunque hoy en día se la cultiva durante todo el año controlando su fotoperiodo y la temperatura adecuada

que va de 20-22 °C y durante la floración que no baje de los 17°C, se debe tener mucho cuidado en los cambios bruscos de temperatura y las corrientes de aire, debe tener un riego controlado por que el exceso de agua puede pudrir la raíz. ( Cabrera Rodríguez, Morán Medina , Torres Quintero, Pellón Barraza, & Granada Carreto , 2006, págs. 4-17)

**Tabla 2-1:** Características de la Especie *Euphorbia Pulcherrima*.

ESPECIE	TAXONOMIA	CARACTERISTICAS	
		DESCRIPCIÓN	REFERENCIAS
<i>Euphorbia Pulcherrima</i> ( Estrella de Navidad )	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Orden:</b> Malpeghiales <b>Familia:</b> Euphorbiaceae <b>Subfamilia:</b> Euphorbieae <b>Tribu:</b> Euphorbiaeae <b>Subtribu:</b> Euphorbiinae <b>Gènero:</b> Euphorbia <b>Especie:</b> Euphorbia Pulcherrima	Raíz	Fibrosa ramificada, absorbe nutrientes y humedad para la planta
		Tallo	Nudosos de forma cilíndricas, para producir una planta se realiza por medio de esquejes del tallo.
		Hojas	Opuestas y dentadas o ligeramente lobuladas, suaves y sinuosas, de color verde oscuro en el haz y pálidas en su envés.
		Flores	Pequeñas inflorescencias centrales, formadas por un estambre y ovario llamados ciatos o ciatias
		Brácteas	Grupo de hojas de color amarillentas o rojo fuerte, su función es atraer insectos para que realicen la polinización y así cruzar distintas plantas.
		Frutos	Esquizocárpicos capsulares con mericarpios elásticamente dehiscentes.

Realizado por: Andrea Páliz

### 1.6.2 *Euphorbia Cotinifolia* (Lechero Rojo)

La especie *Euphorbia Cotinifolia* o llamada comúnmente Lechero Rojo, es una especie vegetal originaria de México y del norte de Sudamérica, llega a medir de tres a cuatro metros de alto en nuestra zona; abarca unas 8.000 especies comercializadas en lugares cálidos y tropicales, es una variedad venenosa en todas sus partes por lo que hay que tener mucha precaución, en especial con el látex que de ella emana, son capaces de soportar bien la falta de agua, es de la familia *Euphorbiaceae* del género *Euphorbia*. (Sánchez de Lorenzo Caceres & Garden, 2016)



**Figura 4-1:** Especie *Euphorbia Cotinifolia*

**Fuente:** (Sánchez de Lorenzo Caceres & Garden, 2016)

#### 1.6.2.1 Características de la Especie *Euphorbia Cotinifolia* (Lechero Rojo)

Es un arbolito semicaducifolio muy ramificado, tiene su corteza clara y liza; ramillas redondeadas, articuladas, purpúreas, su látex es de color blanquecino, abundante y cáustico; sus hojas temadas a veces alternas, con estípulas caediza, lámina redondeado-ovada, de 5-12 x 3-9 cm, glabra o con pelos cortos y esparcidos, con la base redondeada o ligeramente peltada, el margen entero y el ápice truncado o emarginado; son de color purpúreo, con los nervios destacados en ambas caras, Pecíolo de 2-6 cm de longitud.

Ciatios amarillentos, en cimas terminales y axilares, formando panículas muy ramificadas. Involucro anchamente acampanado, de unos 4 x 3 mm. Brácteas linear-trianguulares, de unos 2

mm de largo, verdes; glándulas en número de 4-6, de elípticas a obovadas, con apéndices crenados de color blanco. Fruto en cápsula anchamente ovoide, trilobada, de unos 4-5 x 6 mm, lisa, con pubescencia esparcida. Semillas ovoides, de unos 2,5 mm de longitud, algo angulosas, foveoladas, sin carúncula.

Se suele cultivar en exteriores por ser venenosas, requieren exposición al sol para que sus hojas se atenúen intensamente, soportan muy bien la falta de agua, se multiplican por esquejes con gran facilidad, aunque también pueden hacerlo por semillas pero únicamente en los lugares de procedencia, durante la época navideña gracias a su auge vegetativo durante esta época, aunque hoy en día se la cultiva durante todo el año controlando su fotoperiodo y la temperatura adecuada que va de 20-22 °C y durante la floración a 18°C, se debe tener mucho cuidado en los cambios bruscos de temperatura y las corrientes de aire, debe tener un riego controlado por que el exceso de agua puede pudrir la raíz. (Sánchez de Lorenzo Caceres & Garden, 2016)

**Tabla 3-1:** Características de la Especie *Euphorbia Cotinifolia*.

ESPECIE	TAXONOMIA	CARACTERISTICAS	
		DESCRIPCIÓN	REFERENCIAS
<i>Euphorbia Cotinifolia</i> ( Lechero Rojo )	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Rosidae <b>Orden:</b> Malpeighiales <b>Familia:</b> Euphorbiaceae <b>Subfamilia:</b> Euphorbieae <b>Tribu:</b> Euphorbiaeae <b>Subtribu:</b> Euphorbiinae <b>Gènero:</b> Euphorbia <b>Especie:</b> Euphorbia Cotinifolia	Raíz	Es profunda y se hunde de una manera vertical en la tierra como si fuera una
		Tallo	Son largos y tienen ramas en su parte mas gruesa y con los años se cubre de una corteza blanca
		Hojas	Ternadas, alternas con estípulas caedizas, de color púrpura
		Flores	Son pequeñas de color blanco
		Frutos	Se encuentran en cápsula anchamente ovoide, trilobada, lisa con pubescencia esparcida

Realizado por: Andrea Páliz

## **1.7 Mecanismo de Hiperacumulación de las *Euphorbaceae***

Gracias a su contenido de terpenos, flavonoides y alcaloides, que generan aceites y alcoholes, son una de las familias más reconocidas, aunque también dentro de las mismas se encuentran sustancias tóxicas como esteroides de alcoholes diterpénicos, forbal, resiniferonol, que son irritantes, por la fabricación del látex de su estructura se han hecho acreedoras a llamarse hiperacumuladoras ya que es gracias a esta sustancia lechosa que esta especie tiene una gran capacidad de hiperacumular metales pesados, en especial el níquel hasta 10000 mg kg<sup>-1</sup> o más.

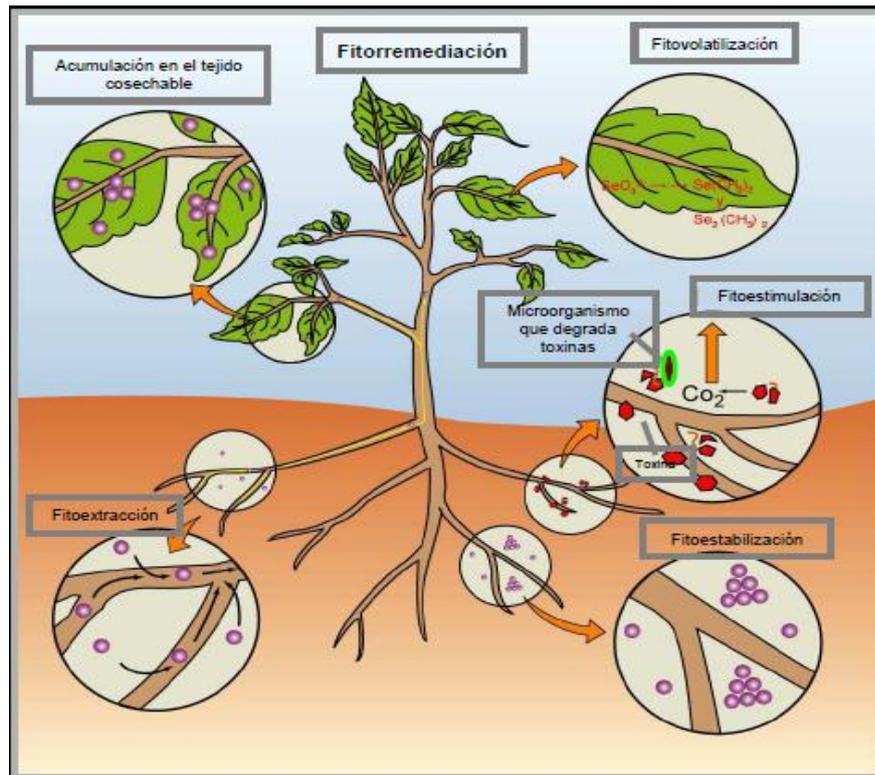
Este mecanismo no es tan reconocido, pero se lo asocia a los complejos órgano-metálicos de transporte que se dan dentro de la planta, es por ello que se les considera actas para remediar las áreas contaminadas con metales pesados, por lo que han llevado a la fitorremediación a un nivel favorable donde se involucran plantas y microorganismos en el saneamiento ambiental. (Muñiz, et al., 2015, pp. 25-33)

## **1.8 Fitorremediación**

La fitorremediación es una técnica que se vale de la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, degradar, volatilizar, metabolizar o estabilizar los distintos contaminantes que se encuentran en el suelo, agua, aire, aunque algunos también están presentes en los metales pesados, elementos radioactivos, compuestos orgánicos y sus derivados bueno sin fin de compuestos, lo que lleva a la fitorremediación a ser una alternativa para los métodos fisicoquímicos que se han utilizado para poder resolver las dificultades ambientales de contaminación. (Castrillón, 2016)

La capacidad que tienen ciertas plantas para metabolizar o acumular compuestos orgánicos es delimitada ya que los microorganismos que se encuentran en la rizósfera cumplen un rol transcendental en la degradación de la materia orgánica, los contaminantes que se encuentran presentes durante este proceso son absorbidos por las plantas ya que algunos de estos compuestos orgánicos son usados por los microorganismos como una fuente rica de carbono.

En la fitorremediación de contaminantes orgánicos se deben tomar en cuenta como se metaboliza el contaminante dentro y fuera de la planta, los distintos procesos que con lleva a la degradación de los contaminantes y la absorción de los contaminantes como se ve en la ilustración 1-1. (Delgadillo, González, Prieto, Villagómez, & Acevedo, 2011)



**Figura 5-1:** Fitotecnologías Aplicadas para Acumular Contaminantes en la Planta

Fuente: (Anónimo, 2015)

## 1.8.1 Técnicas de la Fitorremediación

### 1.8.1.1 Fitoextracción

Es una fitotecnología que se usa para poder concentrar metales pesados en las partes aéreas de las plantas, las plantas capaces de realizar este tipo de procedimiento se las denomina hiperacumuladoras, al tener la capacidad de contener este tipo de componentes y sustancias en altas cantidades.

### 1.8.1.2 Fitoestabilización

Aquí las plantas se manipulan para tolerar metales y reducir la movilidad de los mismos, para ello se demanda un aporte de fertilizantes y adecuación del suelo. (Mahecha, Trujillo, & Torres, 2015)

### *1.8.1.3 Fitoestimulación*

Usado para remediar contaminantes orgánicos, las raíces secretan exudados (enzimas y ácidos orgánicos) que estimulen a los microorganismos en la rizósfera, para que puedan degradar a compuestos como (PCBs, PAHs e hidrocarburos derivados del petróleo). (Mentaberry, 2011)

### *1.8.1.4 Fitotransformación*

- Fitodegradación: las plantas acuáticas y terrestres atraen, acumulan y degradan compuestos orgánicos para generar subproductos no tóxicos o menos tóxicos.
- Fitovolatilización: las plantas absorben y cambian los metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera mediante la transpiración. (Mentaberry, 2011)

### *1.8.1.5 Rizofiltración*

Técnica relativamente cara de implementar, es aprovechada en cantidades pequeñas de aguas residuales, inmovilizando compuestos inorgánicos, peligrosos (radio nucleótidos). (Mahecha, Trujillo, & Torres, 2015)

## **1.8.2 Fitorremediación Ventajas y Desventajas**

La fitorremediación es una técnica de cómoda implementación, bajo costos, no afecta al medio ambiente y los suelos, ayudando a acelerar los procesos de restauración en lugares donde la vegetación es escasa, es eficaz para emplearse a diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos ajustándose a grandes extensiones de terreno, solicitando bajo empleo energético por lo que utilizan energía solar como fuente en sus procesos.

Aunque todavía no se la puede aprovechar al 100% ya que sus tecnologías para recuperación y saneamiento de los diversos recursos aún están siendo desarrolladas, su eficacia obedece a la tolerancia de las plantas frente a los contaminantes presentes en los diversos tratamientos, ya que

si el contaminante es demasiado elevado no hay crecimiento de microorganismo que ayuden en este proceso. (Delgadillo, González, Prieto, Villagómez, & Acevedo, 2011)

## 1.9 Método de Cromatografía de Gases

### 1.9.1 Cuantificación de Plaguicidas Organofosforados por Cromatografía de Gases

La cuantificación de compuestos organofosforados en las diferentes muestras se realizará en un laboratorio, acreditado por el OAE para la determinación de pesticidas organofosforados, utilizando la técnica de columna capilar o llamada también método de cromatografía de gases capilar (GC).

Método utilizado para determinar la concentración de compuestos organofosforados (OP) es el EPA 8141 B, en donde el combustible de sílice, columnas tubulares abiertas especificadas en este método mejora la oferta de resolución, mejora la selectividad, aumento de la sensibilidad, y hace que el análisis sea más rápido en columnas.

El analista debe seleccionar columnas, detectores y procedimientos de calibración para el analito específico de interés en un estudio.

**Tabla 4-1:** Método Analítico Empleado por el Laboratorio.

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	LIMITE DE RESIDUO mg/kg
Pesticidas Organofosforados	EPA 8141 B	0.2 – 10

Realizado por: Andrea Páliz

Fuente: Laboratorio LASA

## CAPÍTULO II

### 2 METODOLOGÍA

#### 2.1 Caracterización Físico-Químico del Suelo

##### 2.1.1 Lugar de Muestreo

La ubicación del muestreo fue en el cantón Guano, Parroquia San Isidro de Patulú, en el barrio San José de Tembo coordenadas **Tabla 1-2** y **Figura 1-2**, con las siguientes condiciones climáticas, temperatura media de 13,4 °C, precipitación media anual de 88 mm, humedad del 55 % y 27 Km/h como velocidad promedio de viento.

**Tabla 1-2:** Coordenadas Geográficas

Terreno San José de Tembo	
1°34'47.96"S	
78°41'57.21"O	
ALTITUD	3097 m.s.n.m

Realizado por: Páliz, Andrea



**Figura 1-2:** Ubicación del Terreno San José de Tembo

Realizado por: Páliz, Andrea

### **2.1.2 Delimitación del Área de Muestreo**

Para la aplicación del método de muestreo se concretó un espacio de 96 m<sup>2</sup>, tomando mediciones del terreno con el flexómetro y colocando con estacas y piola la delimitación del área para la recolección de las submuestras de forma aleatoria y así mandar a realizar nuestro análisis de suelo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas del lugar **Figura 2-2**.



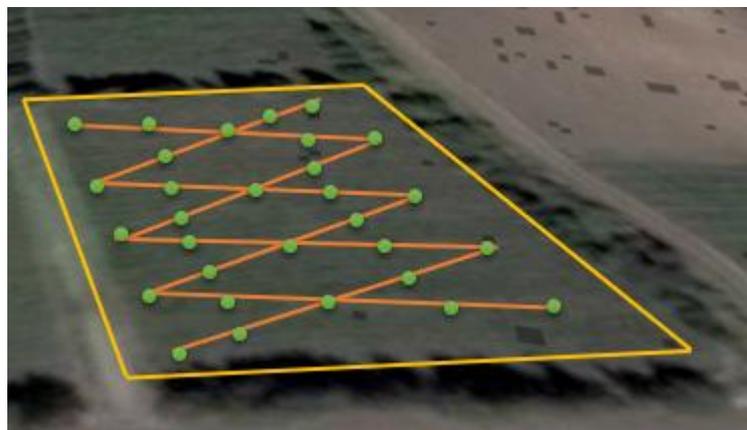
**Figura 2-1:** Delimitación del Área

Realizado por: Páliz, Andrea, 2017

### 2.1.3 Método de Muestreo

#### 2.1.3.1 Zig – Zag

El método utilizado para el muestreo de suelo fue en zig - zag utilizado por el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP) ya que comprende 30 puntos aleatorios y con mayor cobertura de terreno lo que nos permite una muestra más homogénea y representativa.



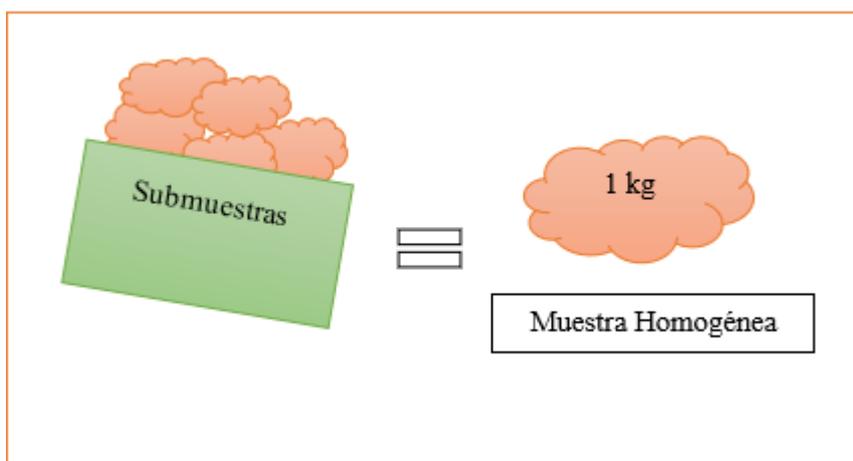
**Figura 3-2:** Método de muestreo en zig-zag

Realizado por: Páliz, Andrea, 2017

Para empezar con el muestreo se debe limpiar la superficie del punto de muestreo de hierbas y cualquier otro residuo que pueda interferir en la realización de nuestro análisis de suelo.

Una vez ya limpia y delimitada nuestra área para la recolección de muestras, procedemos a realizar huecos en los puntos designados aleatoriamente con una pala inclinándola para tener una forma de “V” hasta alcanzar una profundidad de 30cm.

Se toma una muestra de 5 cm de espesor contenido en la pala y se limpia los filos con cuchillo hasta dejar un cuadrado esto se lo repite en todos los puntos y estas submuestras se colocarán dentro de una cubeta de plástico, donde se procederá a mezclar con la pala hasta formar una muestra homogénea como se ve en la **Figura 4-2**.



**Figura 4-2:** Homogenización de las Muestras

Realizado por: Páliz, Andrea, 2017

#### 2.1.3.2 *Materiales*

- Una pala metálica esterilizada
- Pala de jardinería esterilizada
- Flexómetro
- Balanza
- Papel aluminio
- Piola
- Estacas
- Azadón
- Balde o recipiente esterilizada
- Cuchillo o machete
- Funda plástica
- Etiqueta

#### 2.1.4 *Análisis del Suelo en el Laboratorio*

Las muestras de suelo fueron enviados a laboratorio LASA en la ciudad de Quito para el análisis de plaguicidas organofosforados y caracterización físico- química del mismo, para lo cual las muestras fueron enviadas en fundas ziploc correctamente selladas dentro de un cooler con su respectiva etiqueta con información requerida por laboratorio para su posterior análisis.

### 2.1.5 Parámetros Físico-Químico del Suelo

**Tabla 2-1:** Parámetros y Métodos Analizados

PARÁMETRO	METODO DE ENSAYO
TEXTURA	Método interno
FRACCION DE PARTICULAS	Método interno
HUMEDAD	Gravimetría
pH	PEE-LASA-FQ-50EPA 9045 D
MATERIA ORGANICA	Gravimetría
NITROGENO TOTAL	DIN 38405 D9-2 ISO 7890-1-2
AZUFRE	DIN 38405-D5-1
CALCIO	DIN 38406
FOSOFORO	ISO 6575-1 EN 1169
MAGNESIO	DIN 35406
POTASIO	ISO 9964-3

**Realizado por:** Andrea Páliz

**Fuente:** Laboratorio LASA

El procedimiento de análisis de las muestras de suelo fue hecho en Los laboratorios LASA, donde se emplearon distintos métodos de ensayo para conocer los valores de los siguientes parámetros físicos y químicos.

## 2.2 Fitoestimulación de las *Euphorbaceas*

### 2.2.1 Selección de Especies *Euphorbaceas*

La selección de dos especies *Euphorbaceas*, se efectuó tomando en cuenta la capacidad de hiperacumulación de metales pesados que poseen nuestras especies *Euphorbia Pulcherrima* (Flor de Pascua) y *Euphorbia Cotinifolia* (Lechero Rojo), además la adaptación al clima de la sierra ecuatoriana.

Se tomaron 8 unidades de la especie *Euphorbia Pulcherrima* y 8 unidades de la *Euphorbia Cotinifolia*, y se consideró los siguientes aspectos para poder llevarlas al proceso de fitoestimulación:

- Resistencia a plagas
- Condiciones ambientales

### 2.2.2 Cálculo de Concentraciones del Plaguicida para la Fitoestimulación

Para la preparación de la solución madre de Malatión se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El porcentaje de los gramos de plaguicidas por hectárea, en este caso se debe tener cuidado con las dosificaciones que trae la etiqueta por que sirven para pulverizaciones normales.
- Otro aspecto a tener en cuenta para realizar nuestra solución es saber emplear nuestra masa vegetal para la concentración que se requiere ,Alto volumen : 100cm<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> de masa vegetal
- Es por ello que se requiere de 300 gr/mol, un mol equivale 1 L, se tendrá 300 gr/L de nuestro compuesto para ser llevado a 100 L de agua destilada realizando una regla de tres.

$$\frac{300 \text{ gr} / \text{L} \times 1 \text{ L}}{100 \text{ L}} = 3 \text{ gr} / \text{L}$$

Se procede a aforar a 1000 ml de agua destilada para obtener así nuestra Solución madre:

$$3 \frac{\text{gr}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} = 3000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ ppm}$$

A partir de la solución madre de 3000 ppm se prepararon las disoluciones a diferentes concentraciones del plaguicida del trabajo de titulación (100, 200, 300, 400 ppm), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación.

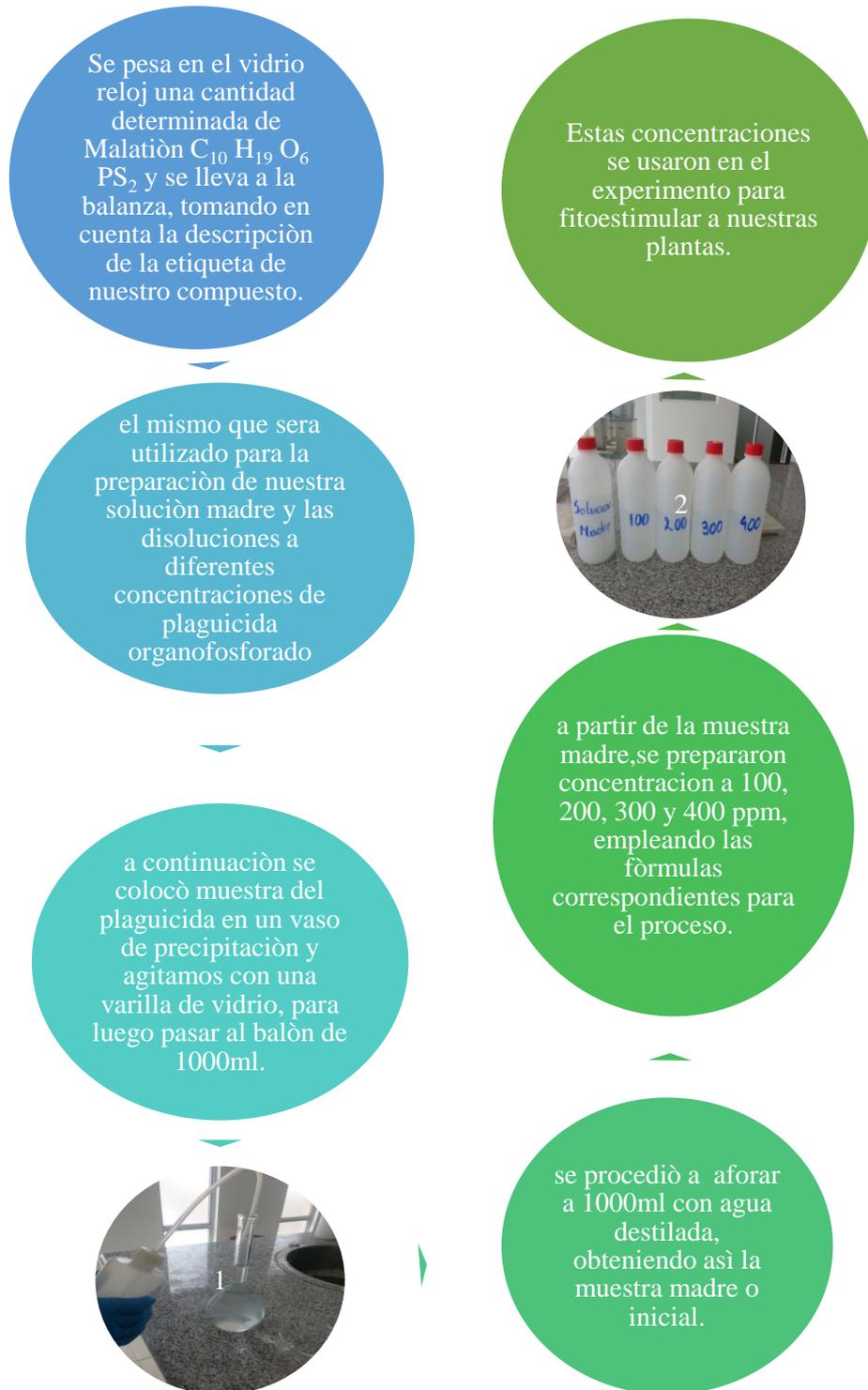
$$V1 = \frac{C2 \times V2}{C1}$$

C1= ppm solución madre.

C2 = ppm de las disoluciones a las concentraciones requeridas.

V2 = volumen del recipiente 250 ml. (Rodríguez, 2011)

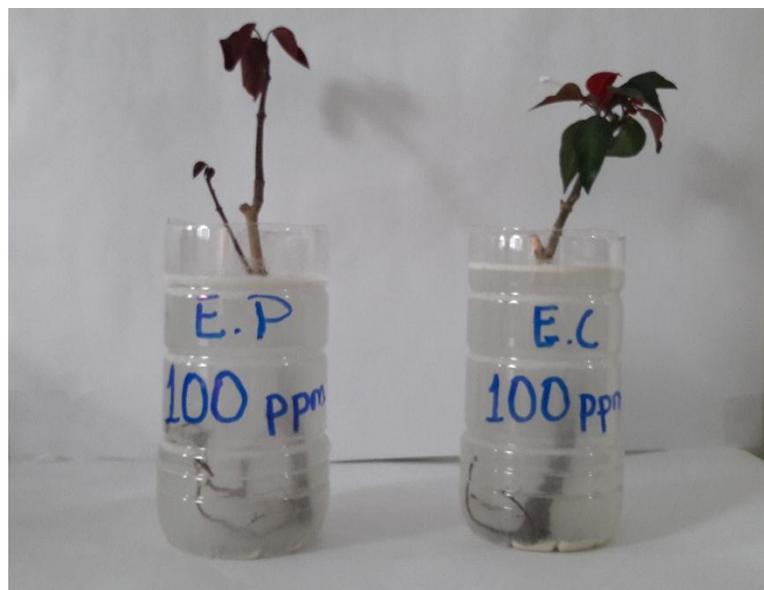
### 2.2.3 Preparación de Soluciones para Fitoestimulación



Realizado por: Páliz, Andrea, 2017

#### 2.2.4 *Ensayo de Fitoestimulación*

Obtenida las distintas concentraciones de las soluciones del compuesto químico Malatión (plaguicida organofosforado), se midió el pH de la solución por medio de un pH-metro para conocer las condiciones iniciales de la solución, con la finalidad que al culminar el mes establecido para el presente ensayo, se valore la capacidad de absorción y resistencia de las plantas, seguido de éste, las plantas fueron lavadas con agua destilada para luego ser colocadas en recipientes de plástico con capacidad de 1 litro.



**Figura 5-2:** Fitoestimulación

**Realizado por:** Andrea Páliz

#### 2.2.5 *Control de Crecimiento de las Especies Euphorbia Pulcherrima y Euphorbia Cotinifolia a Distintas Concentraciones.*

Para el control del crecimiento se tomó en cuenta la longitud de las plantas y el número de días transcurridos en cada medición.

La medición se realizó con cinta métrica, desde la raíz de la planta hasta las ramificaciones superiores.

A continuación, podemos observar los valores de tasa de crecimiento promedio de las plantas a las distintas concentraciones de soluciones de Malatiòn:

**Tabla 3-2:** Crecimiento de la Planta en la Primera Semana

			CRECIMIENTO DE PLANTAS: Altura (cm)			
			CONCENTRACION			
			100ppm	200ppm	300ppm	400ppm
Especies <i>Euphorbaceae</i>	E.P	S1	0,3	0,1	0,1	0,1
		S2	0,5	0,3	0,2	0,2
	E.C	S1	0,5	0,4	0,2	0,1
		S2	0,8	0,7	0,4	0,2

*EC: Euphorbia Cotinifolia*

*EP: Euphorbia Pulcherrima*

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 4-2:** Crecimiento de la Planta en la Segunda Semana

			CRECIMIENTO DE PLANTAS: Altura (cm)			
			CONCENTRACION			
			100ppm	200ppm	300ppm	400ppm
Especies <i>Euphorbaceae</i>	E.P	S1	0,7	0,4	0,1	0,1
		S2	0,8	0,5	0,2	0,2
	E.C	S1	1,1	0,9	0,3	0,1
		S2	1,4	1,1	0,5	0,2

*EC: Euphorbia Cotinifolia*

*EP: Euphorbia Pulcherrima*

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 5-2:** Crecimiento de la Planta en la Tercera Semana

			CRECIMIENTO DE PLANTAS: Altura (cm)			
			CONCENTRACION			
			100ppm	200ppm	300ppm	400ppm
Especies <i>Euphorbaceae</i>	E.P	S1	0,9	0,6	0,1	0,1
		S2	1,1	0,8	0,2	0,2
	E.C	S1	1,5	1,2	0,3	0,1
		S2	1,8	1,4	0,5	0,2

**EC:** Euphorbia Cotinifolia

**EP:** Euphorbia Pulcherrima

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 6-2:** Crecimiento de la Planta en la cuarta Semana

			CRECIMIENTO DE PLANTAS: Altura (cm)			
			CONCENTRACION			
			100ppm	200ppm	300ppm	400ppm
Especies <i>Euphorbaceae</i>	E.P	S1	1,2	0,9	0,1	0,1
		S2	1,3	1,1	0,2	0,2
	E.C	S1	1,9	1,3	0,3	0,2
		S2	2,1	1,6	0,5	0,4

**EC:** Euphorbia Cotinifolia

**EP:** Euphorbia Pulcherrima

Realizado por: Andrea Páliz

## 2.3 Determinación de la Capacidad Degradadora de las *Euphorbaceae*

### 2.3.1 *Trasplante a Macetas y Fitoestimulación de las Especies Euphorbaceae en el Suelo Contaminado.*

Para la trasplante de las plantas a las macetas, que contienen el suelo contaminado con plaguicidas, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- El peso de la maceta: cuyo valor fue 0,1kg
- El peso del suelo + maceta: 6,5 kg

La trasplante comienza en el laboratorio de suelos de la facultad de ciencias de la ESPOCH, las plantas fueron dejadas por 15 días para su adaptación con el suelo contaminado, durante ese tiempo se llevó un control de pH, humedad y temperatura.

En ese periodo, se observó que las condiciones del laboratorio no eran óptimas para que las plantas pudieran realizar el proceso de fotosíntesis, y llevar a cabo la fitoestimulación del suelo. Debido a esto las plantas enfermaron con un hongo llamado Oídium que atacó a las hojas, debido a la falta de luz solar y mucha humedad.

Las plantas fueron trasladadas a un invernadero, con condiciones óptimas para continuar con la investigación. Ahí se realizó la fumigación de las plantas con Rally, disolviendo media cucharada de este en un litro de agua destilada por 15 días, y Vitavax, medio frasco en 10 litros de agua destilada, por ocho días.

Una vez las plantas se recuperaron se continuó con el estudio y análisis del suelo.



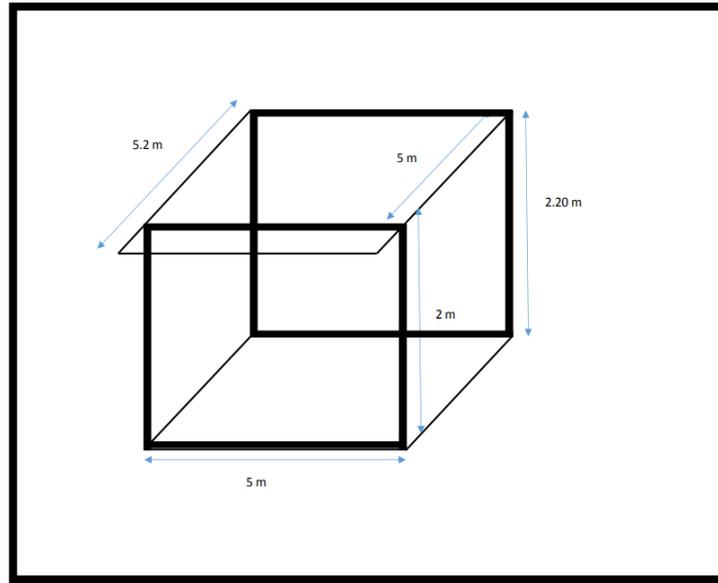
**Figura 6-2:** Trasplante de las Plantas

**Realizado por:** Andrea Páliz

### ***2.3.2 Implementación de un Invernadero***

Se llevó a cabo el diseño y construcción de un invernadero que cumpliera con las condiciones necesarias para mantener a nuestras plantas aclimatadas, los parámetros que se tomaron en cuenta fueron pH, humedad.

El invernadero fue construido en la ciudad de Riobamba, y su ubicación fue las calles José de Peralta y José de Alquería, las medidas para el invernadero fueron 5m de largo, 5m de ancho, 2.3m de alto con estructura reclinada a 20° hacia el frente para que sea mejor la caída del agua de lluvia, el material con que fue hecho fue de plástico blanco de 2mm de espesor para cubrir el cuadrado que comprende el invernadero.



**Figura 7-2:** Diseño de Invernadero

Realizado por: Páliz, Andrea

### 2.3.3 Control de Crecimiento de las Plantas

Para el control de crecimiento, se tomó en consideración procedimientos realizados por otros autores para medir la altura de la planta y así poder constatar el crecimiento durante la fitoestimulación en el suelo.

La medición de las plantas se realizó con una cinta métrica, tomando en cuenta que la cinta métrica debe comenzar en cero, desde la base hasta la parte más alta de planta. Registrando la altura de la planta cada tres días, se halló la tasa diaria de crecimiento promedio de la planta, aplicando la siguiente ecuación:

$$\frac{S2 - S1}{T}$$

Donde:

S2: segunda medición altura cm

S1: primera medición altura cm

T: número de días transcurridos entre mediciones. (Wikihow, s.f.)

Está establecido que el crecimiento de las plantas es considerablemente fluido y puede estar sujeto a variaciones del día a día, en la actualidad no existe una manera precisa de pronosticar exactamente la tasa diaria de crecimiento sin el uso sofisticado de equipos de laboratorio. (Wikihow, s.f.)



**Figura 8-2:** Especies Euphorbaceas en el Invernadero

**Realizado por:** Andrea Páliz

A continuación, en las **Tabla 9-2** y **Tabla 10-2** se detalla el control de crecimiento de las plantas utilizadas, en el suelo, en un periodo de cuatro meses.

**Tabla 7-2:** Control de crecimiento de *Euphorbia Cotinifolia* en el suelo contaminado

Crecimiento de las ( <i>Euphorbia Cotinifolia</i> ) en Suelo con Plaguicidas			ALTURA DE LA PLANTA (cm)			
			100 ppm	200 ppm	300 ppm	400 ppm
MES 1	Semana 1	S1	0,2	0,2	0,2	0,2
		S2	0,5	0,4	0,3	0,2
	Semana 2	S1	0,8	0,6	0,3	0,2
		S2	1,1	0,8	0,4	0,2
	Semana 3	S1	1,4	1,1	0,5	0,3
		S2	1,6	1,3	0,6	0,3
	Semana 4	S1	1,8	1,5	0,7	0,3
		S2	2,1	1,7	0,9	0,3
MES 2	Semana 5	S1	2,3	1,9	0,9	0,3
		S2	2,6	2,1	1,1	0,5
	Semana 6	S1	2,9	2,3	1,1	0,5
		S2	3,2	2,5	1,3	0,5
	Semana 7	S1	3,5	2,7	1,3	0,7
		S2	3,8	2,9	1,5	0,7
	Semana 8	S1	4,3	3,1	1,5	0,7
		S2	4,6	3,3	1,6	0,7
MES 3	Semana 1	S1	4,9	3,5	1,7	0,9
		S2	5,3	3,7	1,7	0,9
	Semana 2	S1	5,5	3,9	1,9	0,9
		S2	5,9	4,1	2,0	0,9
	Semana 3	S1	6,3	4,3	2,2	1,1
		S2	6,7	4,5	2,4	1,1
	Semana 4	S1	7,2	4,7	2,4	1,1
		S2	7,5	4,9	2,6	1,3
MES 4	Semana 1	S1	7,8	5,1	2,6	1,3
		S2	8,2	5,3	2,8	1,3
	Semana 2	S1	8,6	5,5	2,8	1,5
		S2	8,9	5,7	3,1	1,5
	Semana 3	S1	9,3	6,1	3,1	1,5
		S2	9,6	6,3	3,4	1,7
	Semana 4	S1	10,2	6,5	3,4	1,7
		S2	10,6	6,9	3,5	1,7

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 8-2:** Control de crecimiento de *Euphorbia Pulcherrima* en suelo contaminado.

Crecimiento de las ( <i>Euphorbia Pulcherrima</i> ) en Suelo con Plaguicidas			ALTURA DE LA PLANTA (cm)			
			100 ppm	200 ppm	300 ppm	400 ppm
MES 1	Semana 1	S1	0,3	0,3	0,2	0,1
		S2	0,5	0,5	0,2	0,1
	Semana 2	S1	0,7	0,7	0,2	0,1
		S2	0,9	0,9	0,2	0,1
	Semana 3	S1	1,2	1,1	0,2	0,1
		S2	1,4	1,3	0,3	0,1
	Semana 4	S1	1,6	1,5	0,3	0,1
		S2	1,8	1,7	0,3	0,1
MES 2	Semana 5	S1	2,0	2,1	0,3	0,1
		S2	2,2	2,3	0,5	0,1
	Semana 6	S1	2,4	2,5	0,5	0,1
		S2	2,6	2,7	0,5	0,1
	Semana 7	S1	2,8	2,9	0,7	0,1
		S2	3,1	3,1	0,7	0,1
	Semana 8	S1	3,4	3,3	0,7	0,1
		S2	3,7	3,5	0,9	0,1
MES 3	Semana 1	S1	3,9	3,7	0,9	0,1
		S2	4,1	3,9	0,9	0,1
	Semana 2	S1	4,3	4,1	0,9	0,1
		S2	4,6	4,3	1,1	0,1
	Semana 3	S1	4,9	4,5	1,1	0,1
		S2	5,0	4,7	1,1	0,1
	Semana 4	S1	5,3	4,9	1,1	0,1
		S2	5,5	5,1	1,3	0,1
MES 4	Semana 1	S1	5,7	5,3	1,3	0,1
		S2	5,9	5,5	1,3	0,1
	Semana 2	S1	6,2	5,7	1,3	0,1
		S2	6,5	5,9	1,5	0,1
	Semana 3	S1	6,9	6,1	1,5	0,1
		S2	7,0	6,3	1,5	0,1
	Semana 4	S1	7,1	6,5	1,5	0,1
		S2	7,3	6,8	1,5	0,1

Realizado por: Andrea Páliz

### 2.3.4 Tasa de Crecimiento de las Hojas

- Se escogió de manera aleatorio de cuatro a cinco muestras de hojas de diferentes plantas y se procedió a medir con una regla desde la base hasta la punta de la hoja.
- Se suman los valores obtenidos y se dividen por el número de medidas tomadas, este procedimiento se realiza tanto para el largo y el ancho de la hoja en medidas de centímetros.
- El control comienza con las mediciones del largo y ancho de la hoja, seguido se calcula el promedio de ellas y luego se calcula la tasa de crecimiento del número de hojas con la siguiente ecuación:

$$\frac{(L2 - L1)}{T}$$

Donde:

L1: primer medición

L2: segundo medición

T: número de días transcurridos entre medición. (Wikihow, s.f.)



**Figura 9-2:** Medición de hojas *Euphorbia Cotinifolia* y *Pulcherrima*

**Fuente:** Realizada por: Andrea Páliz

El seguimiento en el control del crecimiento de las hojas seleccionadas en cada especie (*Euphorbia Cotinifolia* y *Euphorbia Pulcherrima*) se detalla en las siguientes tablas:

- **EUPHORBIA COTINIFOLIA**

**PRIMER MES**

**Tabla 9-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL	ANCHO INICIAL	LARGO FINAL	ANCHO FINAL
	cm	cm	cm	cm
	0,7	0,6	1,4	1,2
	0,5	0,2	1,1	0,9
	0,6	0,3	1,5	1,3
	0,9	0,4	1,2	1
	0,4	0,2	1,3	1,1
PROMEDIO (cm)	0,62	0,34	1,30	1,10
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,04		0,29	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,03			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 10-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL	ANCHO INICIAL	LARGO FINAL	ANCHO FINAL
	cm	cm	cm	cm
	1,4	1,2	1,8	1,6
	1,5	1,3	1,7	1,5
	1,3	1,1	1,4	1,2
	1,6	1,4	1,6	1,4
	1,2	1	1,3	1,1
PROMEDIO (cm)	1,4	1,20	1,56	1,36
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,34		0,42	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 11-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL	ANCHO INICIAL	LARGO FINAL	ANCHO FINAL
	cm	cm	cm	cm
	2,4	2,1	2,5	2,2
	3,1	2,8	2,6	2,3
	2,6	2,3	3,2	2,9
	2,4	2,1	2,9	2,6
	2,9	2,6	2,5	2,3
PROMEDIO (cm)	2,68	2,38	2,74	2,46
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	1,28		1,35	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 2-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL	ANCHO INICIAL	LARGO FINAL	ANCHO FINAL
	cm	cm	cm	cm
	2,8	2,5	3,1	2,9
	3,2	2,9	2,9	2,6
	2,7	2,4	3,3	2,9
	2,6	2,3	2,9	2,6
	3,1	2,8	2,5	2,2
PROMEDIO (cm)	2,88	2,58	2,94	2,64
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	1,49		1,55	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

## SEGUNDO MES

**Tabla 3-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	0,7	0,6	1,4	1,2
0,5	0,2	1,1	0,9	
0,6	0,3	1,5	1,3	
0,9	0,4	1,2	1	
0,4	0,2	1,3	1,1	
PROMEDIO (cm)	0,62	0,34	1,30	1,10
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,04		0,29	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,03			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 4-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	1,4	1,2	1,8	1,6
1,5	1,3	1,7	1,5	
1,3	1,1	1,4	1,2	
1,6	1,4	1,6	1,4	
1,2	1	1,3	1,1	
PROMEDIO (cm)	1,4	1,20	1,56	1,36
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,34		0,42	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 5-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	2,4	2,1	2,5	2,2
	3,1	2,8	2,6	2,3
	2,6	2,3	3,2	2,9
	2,4	2,1	2,9	2,6
2,9	2,6	2,5	2,3	
PROMEDIO (cm)	2,68	2,38	2,74	2,46
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	1,28		1,35	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 6-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	2,8	2,5	3,1	2,9
	3,2	2,9	2,9	2,6
	2,7	2,4	3,3	2,9
	2,6	2,3	2,9	2,6
3,1	2,8	2,5	2,2	
PROMEDIO (cm)	2,88	2,58	2,94	2,64
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	1,49		1,55	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

### TERCER MES

**Tabla 7-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	4,3	4,1	5,4	5,1
5,2	5,1	4,3	4,1	
4,1	3,8	5,9	5,4	
5,6	5,6	5,5	5,1	
4,8	4,5	4,1	3,9	
PROMEDIO (cm)	4,8	4,62	5,04	4,72
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	4,44		4,76	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,05			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 8-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	6,1	5,8	5,6	5,3
5,3	5,1	6,5	6,2	
4,2	3,9	5,9	5,3	
4,5	4,1	6,2	5,7	
5,9	5,6	5,7	5,3	
PROMEDIO (cm)	5,2	4,90	5,98	5,56
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	5,10		6,65	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,22			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 9-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL	ANCHO INICIAL	LARGO FINAL	ANCHO FINAL
	cm	cm	cm	cm
	6,8	6,5	7,2	6,9
	7,1	6,8	6,9	6,5
	5,8	5,5	6,6	6,3
	6,5	6,2	7,1	6,9
	5,9	5,6	5,9	5,6
PROMEDIO (cm)	6,42	6,12	6,74	6,44
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	7,86		8,68	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,12			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 10-2:** Crecimiento de hijas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL	ANCHO INICIAL	LARGO FINAL	ANCHO FINAL
	cm	cm	cm	cm
	6,8	6,4	7,9	7,6
	6,1	5,9	8,3	8,1
	7,3	7,1	7,5	7,2
	7,1	6,8	8,4	8,1
	6,3	5,9	7,8	7,5
PROMEDIO (cm)	6,72	6,42	7,98	7,70
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	8,63		12,29	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,52			

Realizado por: Andrea Páliz

## CUARTO MES

**Tabla 11-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	8,3	7,8	7,4	7,1
7,5	7,2	6,8	6,4	
6,9	6,6	6,9	6,6	
7,3	6,8	8,4	8,1	
6,7	6,4	8,3	7,9	
PROMEDIO (cm)	7,34	6,96	7,56	7,22
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	10,22		10,92	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,10			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 12-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	8,5	8,1	8,9	8,6
7,4	7,2	7,6	7,3	
8,7	8,4	8,3	7,8	
7,5	7,1	9,1	8,6	
8,2	7,8	8,6	8,1	
PROMEDIO (cm)	8,06	7,72	8,50	8,08
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	12,44		13,74	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,18			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 13-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	8,7	8,4	8,9	8,4
	9,3	8,6	9,6	9,1
	8,9	8,1	8,6	8,2
	9,2	8,7	9,7	9,3
8,1	7,7	10,2	9,6	
PROMEDIO (cm)	8,84	8,30	9,40	8,92
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	14,67		16,77	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,30			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 14-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	9,6	8,9	10,5	9,1
	10,1	8,7	9,9	9,4
	9,9	9,5	10,3	9,8
	10,2	9,7	9,4	9,1
9,3	8,8	10,6	10,2	
PROMEDIO (cm)	9,82	9,12	10,14	9,52
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	17,91		19,31	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,20			

Realizado por: Andrea Páliz

- **EUPHORBIA PULCHERRIMA**

**PRIMER MES**

**Tabla 15-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	0,8	0,4	1,4	0,7
	0,4	0,2	1,2	0,6
	0,7	0,3	1,5	0,7
	0,9	0,5	1,1	0,5
	0,5	0,2	1,3	0,6
PROMEDIO (cm)	0,725	0,20	1,30	0,62
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,03		0,16	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,02			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 16-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	1,5	0,8	1,8	0,9
	1,4	0,7	1,6	0,8
	1,7	0,8	1,7	0,9
	1,4	0,7	1,6	0,8
	1,6	0,8	1,9	0,9
PROMEDIO (cm)	1,52	0,76	1,72	0,86
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,23		0,30	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 17-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	2,4	1,2	2,7	1,3
	1,9	0,9	3,3	1,6
	2,6	1,3	2,9	1,4
	1,8	0,9	2,8	1,4
2,5	1,3	3,1	1,5	
PROMEDIO (cm)	2,24	1,12	2,96	1,44
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,50		0,85	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,05			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 18-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	2,9	1,4	3,1	1,5
	3,5	1,7	2,9	1,4
	3,2	1,6	3,6	1,8
	2,8	1,4	3,2	1,6
3,1	1,5	3,5	1,7	
PROMEDIO (cm)	3,1	1,52	3,26	1,60
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	0,94		1,04	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

## SEGUNDO MES

**Tabla 19-2:** crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	3,9	1,9	4,5	2,3
4,1	2,1	3,9	1,9	
4,3	2,1	4,2	2,1	
3,7	1,8	3,8	1,9	
3,8	1,9	4,4	2,2	
PROMEDIO (cm)	3,96	1,96	4,16	2,08
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	1,55		1,73	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,03			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 20-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	4,9	2,4	6,2	3,1
5,2	2,6	5,4	2,7	
4,7	2,3	6,5	3,2	
4,8	2,4	5,9	2,9	
5,1	2,5	5,6	2,8	
PROMEDIO (cm)	4,94	2,44	5,92	2,94
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	2,41		3,48	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,15			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 21-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	5,9	2,9	7,2	3,6
6,8	3,4	6,4	3,2	
6,3	3,1	7,1	3,5	
6,9	3,4	6,3	3,1	
5,9	2,9	6,9	3,4	
PROMEDIO (cm)	6,36	3,14	6,78	3,36
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	3,99		4,56	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,08			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 22-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	6,9	3,4	7,8	3,9
7,4	3,7	6,8	3,4	
6,7	3,3	7,5	3,7	
6,5	3,2	6,9	3,4	
7,1	3,5	7,7	3,8	
PROMEDIO (cm)	6,92	3,42	7,34	3,64
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	4,73		5,34	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,09			

Realizado por: Andrea Páliz

### TERCER MES

**Tabla 23-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	6,9	3,4	7,8	3,9
7,8	3,9	7,4	3,7	
6,8	3,4	7,7	3,8	
7,5	3,7	6,9	3,4	
7,9	3,9	7,7	3,8	
PROMEDIO (cm)	7,38	3,66	7,50	3,72
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	5,40		5,58	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,03			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 24-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	7,1	4,3	7,7	5,2
7,6	3,9	8,1	4,3	
7,9	4,2	7,8	5,4	
7,5	3,6	7,6	3,9	
7,8	3,7	8,2	4,1	
PROMEDIO (cm)	7,58	3,94	7,88	4,58
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	5,97		7,22	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,18			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 25-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	8,2	4,1	8,4	4,2
7,5	3,8	7,4	3,6	
7,9	3,6	7,2	3,7	
7,2	3,6	7,6	3,5	
8,4	4,2	8,8	4,4	
PROMEDIO (cm)	7,84	3,86	7,88	3,88
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	6,05		6,11	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,01			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 26-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	8,3	4,1	8,5	4,2
8,1	4,4	8,9	4,6	
8,5	4,6	8,4	4,1	
8,8	3,9	8,5	4,7	
8,6	4,2	8,3	3,9	
PROMEDIO (cm)	8,46	4,24	8,52	4,30
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	7,17		7,33	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,02			

Realizado por: Andrea Páliz

## CUARTO MES

**Tabla 27-2:** Crecimiento de hojas, primera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 1			
	1 a 7 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	8,4	4,2	9,1	4,6
8,8	4,4	9,2	4,7	
9,2	4,7	9,4	4,8	
9,1	4,6	8,9	5,1	
8,6	4,3	9,2	5,2	
PROMEDIO (cm)	8,82	4,44	9,16	4,88
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	7,83		8,94	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,16			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 28-2:** Crecimiento de hojas, segunda semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 2			
	7 a 14 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	9,2	4,7	9,3	4,7
9,1	4,2	8,9	4,9	
8,4	5,1	9,4	5,1	
8,2	4,9	8,7	5,2	
8,6	5,2	9,1	5,6	
PROMEDIO (cm)	8,7	4,82	9,08	5,10
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	8,39		9,26	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,12			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 29-2:** Crecimiento de hojas, tercera semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 3			
	14 a 21 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	9,4	5,2	9,5	4,7
	9,3	4,6	9,6	4,2
	9,1	4,4	9,2	5,2
	9,5	5,2	9,6	4,6
8,9	4,3	9,4	5,3	
PROMEDIO (cm)	9,24	4,74	9,46	4,80
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	8,76		9,08	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,05			

Realizado por: Andrea Páliz

**Tabla 30-2:** Crecimiento de hojas, cuarta semana

CRECIMIENTO DE LAS HOJAS	SEMANA 4			
	21 a 28 DIAS			
	LARGO INICIAL cm	ANCHO INICIAL cm	LARGO FINAL cm	ANCHO FINAL cm
	9,2	4,6	10,4	5,2
	9,6	4,8	10,2	5,1
	9,7	4,2	9,5	4,2
	9,9	4,1	9,8	4,6
10,2	4,5	9,1	4,3	
PROMEDIO (cm)	9,72	4,44	9,80	4,68
P. SUPERFICIE (cm <sup>2</sup> )	8,63		9,17	
CRECIMIENTO (cm <sup>2</sup> /semana)	0,08			

Realizado por: Andrea Páliz

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Determinar las Propiedades Físico - Químico del Suelo.

**Tabla 1-3:** Análisis Físico - Químico inicial del Suelo

PARÁMETRO	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (K=2)	METODO DE ENSAYO
TEXTURA	-----	Arena franca	N.A	Método interno
FRACCION DE PARTIC ULAS	%	arena 85%, limo 11%, arcilla 4%	N.A	Método interno
HUMEDAD	%	8,78	N.A	Gravimetría
pH	Unidades de pH	7,96	± 0,07	PEE-LASA-FQ- 50EPA 9045 D
MATERIA ORGAN ICA	%	1,54	N.A	Gravimetría
NITROGENO TOTAL	%	0,06	N.A	DIN 38405 D9- 2 ISO 7890-1-2
AZUFRE	mg/kg	2,80	N.A	DIN 38405-D5- 1
CALCIO	mg/kg	14,0	N.A	DIN 38406
FOSOFORO	mg/kg	1,96	N.A	ISO 6575-1 EN 1169
MAGNESIO	mg/kg	5,60	N.A	DIN 35406
POTASIO	mg/kg	8,0	N.A	ISO 9964-3

Realizado por: Andrea Páliz

De acuerdo con los análisis físico-químicos realizados en los laboratorios LASA nos da como resultado el suelo es arena-franca debido al alto contenido de arena 85%, limo 11%, arcilla 4% esto se puede observar por su alta porosidad y poca retención de humedad que solo es del 8,78% podemos concluir que este suelo tiende a tener poca materia orgánica que es de solo 1,54% y que su porosidad es mayor en comparación a otros suelos, el pH es de 7,96 lo que tiende hacer un suelo básico con poca cantidad de ácidos húmicos y plúmbicos en cuanto a los macronutrientes tenemos nitrógeno 0,06%, fosforo 1,96 mg/kg, 8,00 mg/kg, es un suelo pobre en macronutrientes y los micronutrientes presentan las siguientes características azufre 2,60 mg/kg, calcio 14,0 mg/kg, magnesio 5,60 mg/kg.

**Tabla 2-3:** Análisis Físico - Químico final del suelo.

PARÁMETRO	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (K=2)	METODO DE ENSAY O
MATERIA ORGANI CA	%	1,79	N.A	Gravimetría
NITROGENO TOTAL	mg/kg	613,28	N.A	DIN 38405 D9- 2 ISO 7890-1-2
CALCIO	mg/kg	65,88	N.A	DIN 38406
FOSOFORO	mg/kg	19,41	N.A	ISO 6575-1 EN 1169
POTASIO	mg/kg	50,0	N.A	ISO 9964-3

**Realizado por:** Andrea Páliz

De acuerdo con los análisis físico-químicos realizados en los laboratorios LASA nos da como resultado que este suelo tiende a tener poca materia orgánica que es de solo 1,79%, podemos observar que el fosforo subió considerablemente en 19,41 mg/kg debido a la alta presencia de plaguicidas organofosforados ese es un indicador que nos ayuda a conocer la presencia de este tipo de plaguicidas, el nitrógeno total está en 613 mg/kg que determina el suelo con alto contenido de ácidos plúmbicos y húmicos, los demás porcentajes de potasio 50,0 mg/kg, calcio 65,88 mg/kg determinan una concordancia con el contenido de este plaguicida.

El objetivo primordial de la Fitoestimulación realizada en las plantas de especie *Euphorbaceaes*, mediante pruebas de experimentación, es estimular su crecimiento en presencia de ciertas sustancias químicas.

Debido a que el proyecto se plantea evaluar la capacidad de degradación de estas especies de plantas, se traza como metodología, colocar a las plantas en agua con diferentes concentraciones de un plaguicida organofosforado, usándose el plaguicida mayormente comercializado el Malatión en el sector agrícola.

### 3.2 Fitoestimulación de Especies *Euphorbaceaes*

**Tabla 3-3:** Plantas Fitoestimuladas con un Óptimo Crecimiento a Diferentes Concentraciones

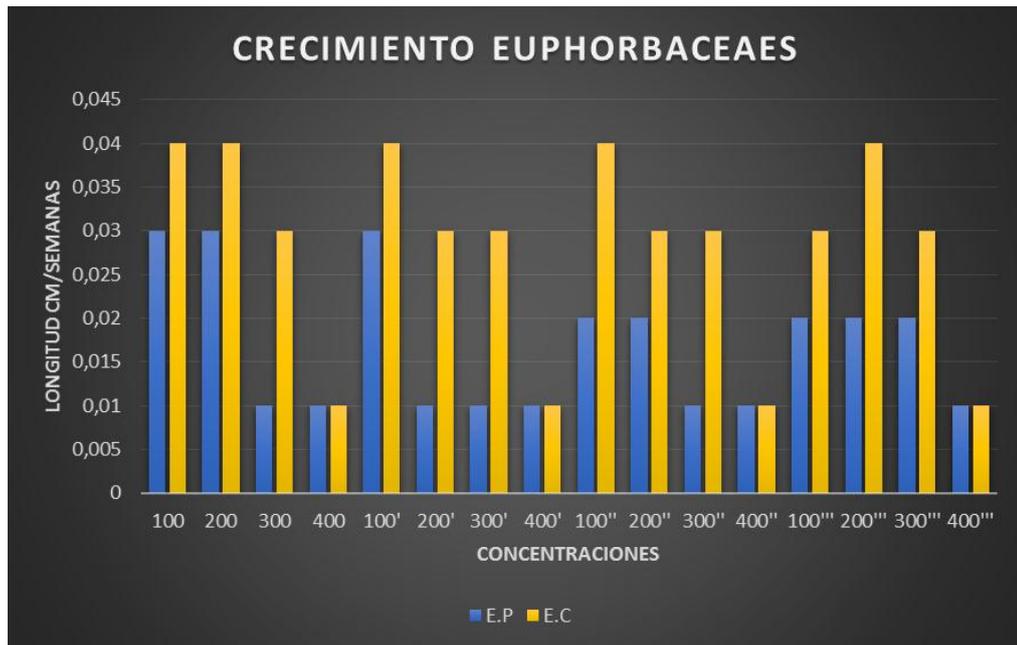
PLANTAS	CONCENTRACIONES			
	100 ppm	200ppm	300ppm	400ppm
<b>E. P</b>	x			
<b>E. P</b>		x	x	x
<b>E.C</b>	x	x		x
<b>E.C</b>			x	

**EC:** Euphorbia Cotinifolia

**EP:** Euphorbia Pulcherrima

Realizado por: Andrea Páliz

Las plantas Fitoestimuladas que lograron tener un crecimiento adecuado fueron trasplantadas al suelo contaminado con plaguicidas para evitar aumentar las concentraciones de contaminantes del suelo, es decir, no se añadió el plaguicida directamente en el suelo ya que debemos comprobar la disminución o la inmovilidad del contaminante en el suelo. En la **tabla 3-3**, podemos observar la efectividad de plantas de especie *Euphorbaceaes* en comparación entre los análisis iniciales y final del suelo. La muestra de suelo para el análisis final se la tomo mediante la homogenización de todas plantaciones de la misma especie.



**Gráfico 1-3:** Control de crecimiento de las especies *Euphorbia Pulcherrima* y *Euphorbia Cotinifolia* a distintas concentraciones.

**EC:** Euphorbia Cotinifolia

**EP:** Euphorbia Pulcherrima

Realizado por: Andrea Páiz

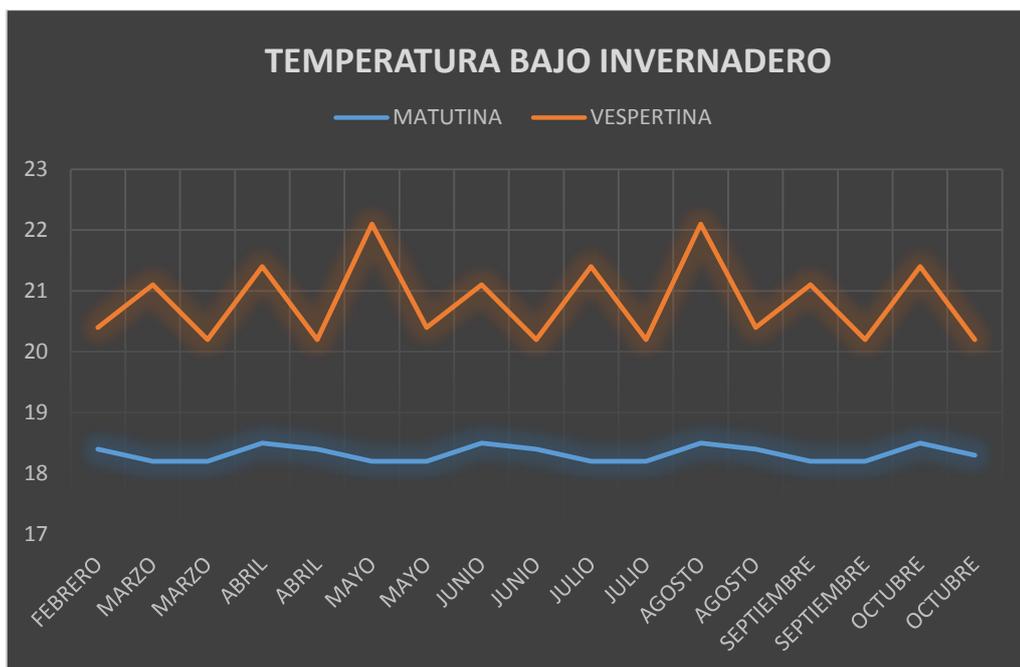
En la **gráfico 1-3**, se observa que el crecimiento de la especie *Euphorbia Pulcherrima* se dio a concentraciones de plaguicida de 100 y 200 ppm, a pesar de que su crecimiento fue lento obtuvo una buena resistencia al plaguicida, la *Euphorbia Cotinifolia* logro un óptimo crecimiento a concentraciones de 100, 200 y 300 ppm y obtuvo una mejor resistencia al plaguicida su crecimiento estuvo dentro de rangos normales.

**Tabla 4-3:** Tabla de medición de temperatura dentro invernadero.

FECHA	MATUTINA	VESPERTINA
FEBRERO	18,4 °C	20,4°C
MARZO	18,2°C	21,1°C
MARZO	18,2°C	20,2°C
ABRIL	18,5°C	21,4°C
ABRIL	18,4°C	20,2°C
MAYO	18,2°C	22,1°C
MAYO	18,2°C	20,4°C
JUNIO	18,5°C	21,1°C
JUNIO	18,4°C	20,2°C
JULIO	18,2°C	21,4°C
JULIO	18,2°C	20,2°C
AGOSTO	18,5°C	22,1°C
AGOSTO	18,4°C	20,4°C
SEPTIEMBRE	18,2°C	21,1°C
SEPTIEMBRE	18,2°C	20,2°C
OCTUBRE	18,5°C	21,4°C
OCTUBRE	18,3°C	20,2°C

Realizado por: Andrea Páliz

En base a la medición de temperatura tomada y registradas con el hidrómetro bajo las condiciones del invernadero tenemos como resultado los valores más altos en de temperatura que se registran en la jornada matutina son para los meses de abril, junio, agosto y octubre con un valor de 18.5 °C, por otro lado, los meses con menor temperatura fueron marzo, mayo, julio, septiembre con un valor de 18,2 °C. En lo referente a la jornada Vespertina las temperaturas promedio más altas fueron para abril, julio y octubre con un valor medio de 21,4 °C, por lo contrario, las temperaturas más bajas se observaron en los meses marzo, abril, julio, septiembre y octubre con valor de 20,2 °C.



**Gráfico 2-3:** Medición de temperatura

**Realizado por:** Andrea Páliz

Según los datos observados en la **gráfica 2-3** los valores de temperatura de la jornada matutina se mantienen dentro del rango de los 18,5 °C, por otro lado, los valores en la jornada vespertina para los meses de mayo y agosto presentan los valores más altos con una media de 22 °C y los más bajos para los meses de marzo, abril, junio, julio, septiembre y octubre con valor medio de 20,02 °C.

**Tabla 5-3:** Tasa de crecimiento de las hojas cm.

SEMANAS		Euphorbia Cotinifolia (cm)	Euphorbia Pulcherrima (cm)
<b>MES 1</b>	Semana 1	0,03	0,02
	Semana 2	0,01	0,01
	Semana 3	0,01	0,05
	Semana 4	0,01	0,01
<b>MES 2</b>	Semana 5	0,03	0,03
	Semana 6	0,01	0,15
	Semana 7	0,01	0,08
	Semana 8	0,01	0,09
<b>MES 3</b>	Semana 9	0,05	0,03
	Semana 10	0,22	0,18
	Semana 11	0,12	0,01
	Semana 12	0,52	0,02
<b>MES 4</b>	Semana 13	0,1	0,16
	Semana 14	0,18	0,12
	Semana 15	0,3	0,05
	Semana 16	0,2	0,08

**Realizado por:** Andrea Páliz

En lo referente al control de crecimiento de hojas de acuerdo a la **Tabla 5-3** se observa que en la semana 1 para *Euphorbia Cotinifolia* presento mayor crecimiento dando un valor de 0,03 cm para el mes 2 la semana 5 es la más significativa teniendo un valor de 0,03 cm, en la semana 3 se apreció mayor crecimiento comparando a los otros meses en el cual en la semana 12 se observó un crecimiento de 0,52 cm, finalmente en el mes 4 la semana 15 fue la que mayor porcentaje de crecimiento mostro con un valor medio de 0,3 cm.

El crecimiento de *Euphorbia Pulcherrima* para el mes 1 se observó mayor tamaño en la semana dos con un valor de 0,05 cm, para el mes 2 el valor más significativo fue para la semana 6 con 0,15 cm, para el mes 3 el valor más representativo fue para la semana 2 con valor promedio de

0,18 cm y por último para el mes 4 se apreció que en la semana 14 el valor más figurativo fue de 0,12 cm.



**EC:** *Euphorbia Cotinifolia*

**EP:** *Euphorbia Pulcherrima*

**Gráfico 3-3:** Control de crecimiento de hojas

**Realizado por:** Andrea Páliz

En base a los resultados observados en la **Gráfica 3-3** sobre el crecimiento de hojas para *Euphorbia Cotinifolia* el mayor porcentaje de crecimiento se aprecia en las semanas 10 y 12; en lo referente a *Euphorbia Pulcherrima* el mayor crecimiento se aprecia en las semanas 6, 10 y 12 siendo esta última la más significativa.

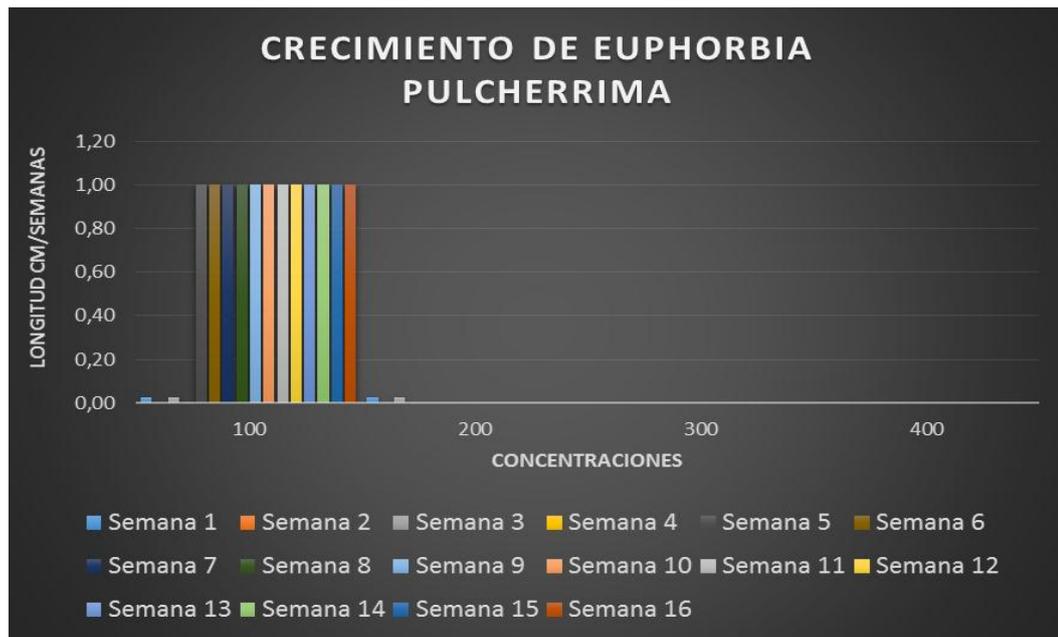
**Tabla 6-3:** Control de crecimiento de plantas en el suelo contaminado.

		Euphorbia Cotinifolia (cm)				Euphorbia Pulcherrima (cm)			
		100 ppm	200 ppm	300 ppm	400 ppm	100 ppm	200 ppm	300 ppm	400 ppm
MES 1	Semana 1	0,04	0,03	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
	Semana 2	0,04	0,03	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
	Semana 3	0,03	0,03	0,01	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00
	Semana 4	0,04	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00
MES 2	Semana 5	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
	Semana 6	0,04	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
	Semana 7	0,04	0,03	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00
	Semana 8	0,04	0,03	0,01	0,00	0,04	0,03	0,03	0,00
MES 3	Semana 9	0,06	0,03	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
	Semana 10	0,06	0,03	0,01	0,00	0,04	0,03	0,03	0,00
	Semana 11	0,06	0,03	0,03	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00
	Semana 12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
MES 4	Semana 13	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
	Semana 14	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,00
	Semana 15	0,04	0,03	0,04	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00
	Semana 16	0,06	0,06	0,01	0,03	0,03	0,04	0,00	0,00

Realizado por: Andrea Páliz

En base a la **Tabla 6-3** se observa que el crecimiento en el suelo de *Euphorbia Cotinifolia* para el tercer mes en una concentración de 100 ppm presenta una media de 0,06 cm, en concentración

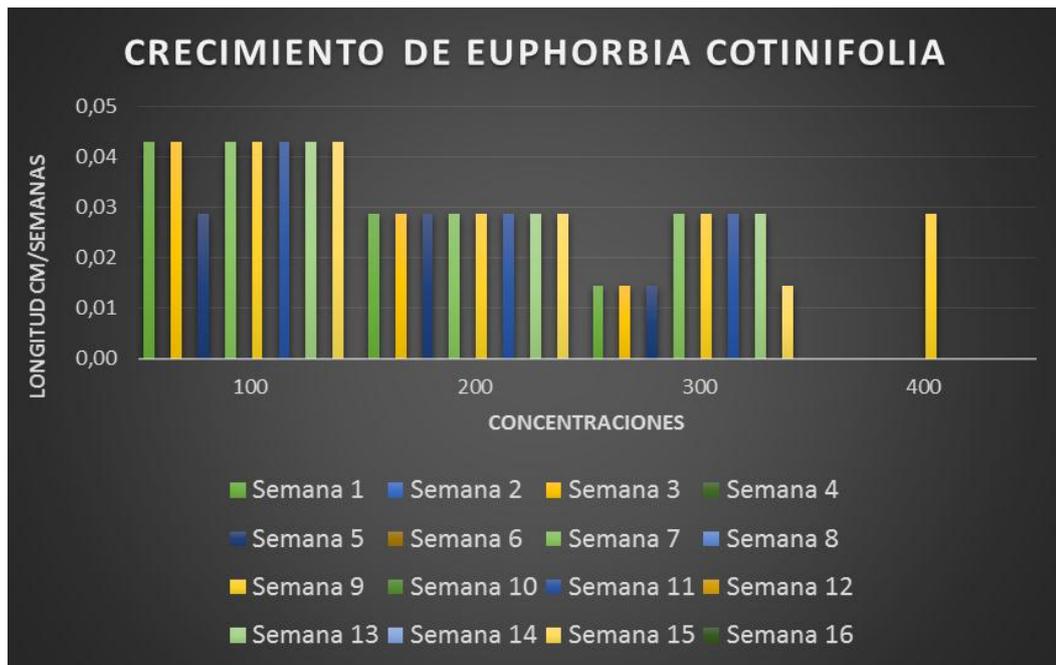
200ppm una media de 0,03 cm en concentración 300 ppm un valor de 0,03 y para una concentración de 400 ppm un crecimiento medio de 0,03 cm siendo estos los valores más significativos en comparación con los otros meses. De igual manera en el crecimiento en el suelo para *Euphorbia Pulcherrima* en los 4 meses se observa un crecimiento medio parecido para la concentración 100 ppm el valor fue de 0,03 cm, para la concentración 200 ppm el crecimiento medio fue de 0,03 cm para concentración 300 ppm presento variaciones de 0,00 a 0,03 cm y por último para la concentración 400 ppm el valor medio de crecimiento fue nulo.



**Gráfico 4-3:** Control de crecimiento de plantas en el suelo

Realizado por: Andrea Páliz

En base a la Gráfica 3-4 se observa que el crecimiento longitudinal de *Euphorbia Pulcherrima* en las 4 primeras semanas para la concentración 100 ppm fue nulo, a partir de la semana 5 se asimila que el crecimiento fue constante con un valor promedio de 1 cm. En las otras concentraciones se observa que el crecimiento fue disminuyendo llegando hasta la concentración 400 ppm en la cual no se observó crecimiento.



**Gráfico 5-3:** Control de crecimiento de plantas en el suelo

**Realizado por:** Andrea Páliz

De acuerdo a la **Gráfica 5-3** se observa que el crecimiento longitudinal de *Euphorbia Cotinifolia* para la concentración 100 ppm en la semana 2 disminuyo con un valor medio de 0,028 cm, para las semanas 1 hasta la 9 el crecimiento se mantuvo con un valor medio de 0,04 cm en la concentración 200 ppm el valor medio crecimiento longitudinal permaneció en 0,028 cm, en la concentración 300 ppm los valores se fueron aumentando en base a las primeras semanas subiendo de 0,01 a 0,03 cm, por otro lado en la concentración de 400 ppm se observó mayor crecimiento en la semana 15 con un valor medio de 0,03 cm.

### 3.3 Comparación de los análisis de plaguicidas órganofosforados realizados al suelo por el Laboratorio LASA.

**Tabla 7-3:** Análisis del suelo con la especie *Euphorbia Pulcherrima*

PLAGUICIDAS	UNIDADES	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS FINAL
DIAZINON	mg/kg	> 0,01	< 0,01
MALATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
ETIL-PARATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIL-PARATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
DIMETOATO	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIDATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METAMIDOFOS	mg/kg	> 0,02	< 0,02
ETIL-BROMOFOS	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIL-CLORPIRIFOS	mg/kg	> 0,01	< 0,01
FENITROTION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
FOSFAMIDON	mg/kg	> 0,01	< 0,01
DISULFOTON	mg/kg	> 0,02	< 0,02
ETION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIL-AZINFOS	mg/kg	> 0,01	< 0,01

**Realizado por:** Andrea Páiz

**Fuente:** (Laboratorio LASA)

\*Nota: los resultados emitidos por el laboratorio LASA nos indican la concentración de los plaguicidas organofosforados pero debido a que se manejan cantidades mínimas se representan con mayor o menor que y no con datos exactos del análisis. Los datos de resultados deben ser sumados y ser comparados con el TULSMA LIBRO VI ANEXO 2 Tabla 3. Criterios de remediación o restauración (Pesticidas para uso agrícola)

**Tabla 8-3:** Análisis del suelo con la Planta de Especie *Euphorbia Cotinifolia*

<b>PLAGUICIDAS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>ANÁLISIS INICIAL</b>	<b>ANÁLISIS FINAL</b>
DIAZINON	mg/kg	> 0,01	< 0,01
MALATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
ETIL-PARATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIL-PARATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
DIMETOATO	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIDATION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METAMIDOFOS	mg/kg	> 0,02	< 0,01
ETIL-BROMOFOS	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIL-CLORPIRIFOS	mg/kg	> 0,01	< 0,01
FENITROTION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
FOSFAMIDON	mg/kg	> 0,01	< 0,01
DISULFOTON	mg/kg	> 0,02	< 0,01
ETION	mg/kg	> 0,01	< 0,01
METIL-AZINFOS	mg/kg	> 0,01	< 0,01

**Realizado por:** Andrea Páiz

**Fuente:** (Laboratorio LASA)

\*Nota: los resultados emitidos por el laboratorio nos indican la concentración de los plaguicidas organofosforados pero debido a que se manejan cantidades mínimas se representan con mayor o menor que y no con datos exactos del análisis. Los datos de resultados deben ser sumados y ser comparados con el TULSMA LIBRO VI ANEXO 2 Tabla 3. Criterios de remediación o restauración (Pesticidas para uso agrícola)

## CONCLUSIONES

1. Se determinó las características físico-químicas del suelo tomando en cuenta los resultados obtenidos en los análisis realizados en los laboratorios LASA, lo que nos da a notar que es un suelo arenoso con poca retención de humedad, poca fertilidad debido a su pobre contenido de materia orgánica, con alta cantidad de fosforo y nitrógeno que nos indica una alta presencia de plaguicidas organofosforados en su estructura acumulados a lo largo de su uso.
2. Se realizó la fitoestimulación a las plantas *Euphorbia Pulcherrima* Y *Euphorbia Cotinifolia*, tomando en cuenta una solución madre y derivados a diluciones con concentraciones de 100, 200, 300 y 400 ppm de malatión, para lo cual las plantas fueron introducidas en estas disoluciones, teniendo como resultado un 60% de plantas sobrevivientes, las que se procedió a trasplantar a macetas con suelo contaminado con plaguicidas para estimar su crecimiento.
3. Mediante la comparación entre los análisis inicial y final de plaguicidas organofosforados del suelo de estudio, proporcionados por los Laboratorios LASA, logramos obtener una respuesta clara de las plantas *Euphorbia Pulcherrima* y *Euphorbia Cotinifolia*, frente al contacto con plaguicidas y como estas ayudan a la degradación del contaminante ya que se puede observar que los valor de residuos de plaguicidas en el suelo, fue mayor a  $> 0,01$  mg/kg antes de la siembra de las plantas y se redujo a  $< 0,01$  mg/kg al culminar nuestra investigación, tomando en cuenta que estos valores hacen referencia a la especie *Euphorbia Cotinifolia* , quien posee una mayor capacidad de degradación, ya que su proceso de crecimiento no se vio afectado por la presencia del plaguicida en el suelo.
4. La contaminación de los suelos por la presencia de agentes tóxicos como hidrocarburos, plaguicidas y otras sustancias constituye un problema ambiental de primer orden. El panorama actual no es tan desalentador ya que se cuenta con novedosas técnicas para la recuperación de suelos degradados por contaminación química. El uso de la fitorremediación constituye una estrategia potencialmente viable.

## RECOMENDACIONES

1. Difundir y capacitar, mediante cursos, talleres y la instalación de parcelas demostrativas de producción limpia, con el propósito de que sean medios de verificación y medición de los beneficios de la implementación de una tecnología adecuada y amigable con el ambiente.
2. Realizar una amplia difusión de las nuevas tecnologías alternativas entre los agricultores del barrio San José de la parroquia de San Isidro de Patulú del cantón Guano, para reducir los impactos ambientales y mejorar sus ingresos.
3. La Facultad de Ciencias de la Escuela de Ciencias Químicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo junto con otros organismos que hacen investigación evalúen el impacto ambiental de otras especies para que se pueda degradar plaguicidas en el suelo.
4. De esta manera se recomienda que las especies de este estudio son viables para su implementación en técnicas de fitorremediación y poder llevar el diseño experimental a mayor escala, para el tratamiento directo de suelos contaminados con plaguicidas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **CAMPOS, R N.** Trabajo de grado presentado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. *Efecto de la aplicación de ripio petrolero base aceite a un suelo de llanos de Mangas sobre el comportamiento de varios cultivos*. Monagas, Venezuela: s.n., 1999. pp.13-14.
2. **CASTRILLÓN, Vanessa.** *Evaluación de la Fitorremediación como Alternativa para el Tratamiento de Aguas Residuales Contaminadas con Mercurio Producto de la Minería Aurífera*. Manizales: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, 2016.
3. **MAHECHA, Juan, TRUJILLO, Juan y TORRES, Marco.** *Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta*. Villavicencio – Colombia: Universidad de los Llanos, 2015, ORINOQUIA, Vol. 19, pp.118-122.
4. **DELGADILLO, Angélica y otros.** Tropical and Subtropical Agroecosystems. *Fitorremediación: una alternativa para eliminar la*. [En línea] 14 de Enero de 2011.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2a2/v14n2a2.pdf>.  
2017-03-18
5. **MUÑIZ, Olegario, et al.** *El Nickel en suelos y Plantas de Cuba*. 2015, Cultivos Tropicales, Vol. 36, pp. 25-33.
6. **MERRERO, Jeannette, AMORES, Isis and COTO, Orquídea.** *Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento ambiental*. 3, 2012, ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol. 46, pp. 52-6.
7. **HERNÁNDEZ, L., y otros.** Degradación de pesticidas. 2010.  
[http://www.smbb.com\\_degradación\\_10%\\_de\\_plaguicidas\\_Organofosforados](http://www.smbb.com_degradación_10%_de_plaguicidas_Organofosforados). Recuperado el 11 de enero de 2013  
2017-04-07
8. **MALDONADO, F., y otros.** *la Flor*. 2007, Revista de la Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador, pp.10.

9. **MENTABERRY, Alejandro.** *Fitorremediación*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular, 2011.
10. **PRASAD, M y H.M, F.** *Metal Hyperaccumulation In Plants Biodiversity Prospecting For Phytoremediation Technology*. En *Electronic Journal of Biotechnology* 6. 2003.
11. **MILLA, Oscar & PALOMINO, Willian.** *Plaguicidas. Niveles de colinesterasa sérica en agricultores de la localidad de Carapongo (Perú) y determinación de Residuos de Plaguicidas inhibidores de la Acetilcolinesterasa en frutas y hortalizas cultivadas*. Lima, Perú: sn., 2002. Pp.5-6.  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Salud/Milla\\_C\\_O/Generalidades.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Salud/Milla_C_O/Generalidades.pdf)  
2017-04-28
12. **PINTO, Wilson.** *Efectos de plaguicidas en la salud. Agricultores, en riesgo por el uso de agroquímicos*. 10 de mayo de 2015.  
<https://www.eluniverso.com/noticias/2015/05/10/nota/4853501/agricultores-riesgo-uso-agroquimicos>  
2017-04-17
13. **REINEL MUÑOZ, Marisol.** *Efectos de plaguicidas en el medio ambiente. Determinación de la característica de toxicidad por Lixiviación del ingrediente activo Malatión en un Plaguicida Organofosforado Mediante el Procedimiento de TCLP*. Bogotá D. C, Colombia: s.n., 2009. pp.24-27.  
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14997/T41.09%20R275d.pdf?sequence=1>  
2017-04-11
14. **REVISTA ESPORES.** *Flor de pascua*, Espores, pp.1-2.  
<http://espores.org/es/plantas/plantes-de-nadal.html>  
2017-03-12
15. **ROJA CHÁVEZ, Sonia, Standley y Steyermark.** *PLANTS*, del Departamento de agricultura de E.U.A. [ En línea] 27 de Junio de 2010.  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/euphorbia-pulcherrima/fichas/ficha.htm> ;  
2017-03-16

- 16. SÁNCHEZ DE LORENZO CACERES, José Manuel y Garden, Missouri Botanical.**  
Guía de las Plantas Ornamentales. [En línea] 2016.  
<http://www.arbolesornamentales.es/Euphorbiacotinifolia.htm>  
2017-03-02
- 17. SÁNCHEZ MATÍN, M. and SÁNCHEZ CAMAZANO, M.** Plaguicidas. Adsorción y Evolución en el Suelo. *Plaguicidas*. 1984.  
<http://digital.csic.es/bitstream/10261/12919/1/plaguicidas.pdf>  
2017-04-18
- 18. SERRANO G, M.** *Fitorremediación: una alternativa para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos*. Santander, Bucaramanga, Colombia: s.n., 1 de marzo de 2006.
- 19. WIKIHOW.** Como medir la tasa de crecimiento de las plantas, pp.1-5.  
<https://es.wikihow.com/medir-la-tasa-de-crecimiento-de-las-plantas>  
2017-05-12

## ANEXOS

### Anexo A: Delimitación del área de muestreo



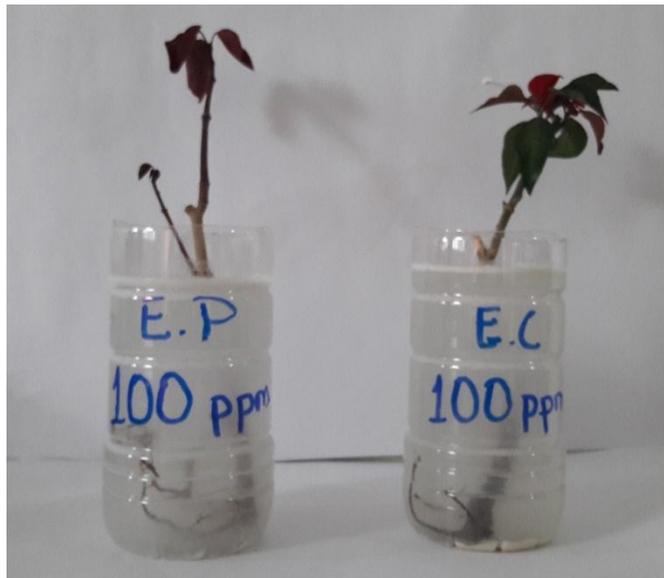
### Anexo B: Preparación de soluciones



**Anexo C:** Medición de las *Euphorbaceae* para ensayo.



**Anexo D:** Ensayo de fitoestimulación



**Anexo E:** Pesaje de macetas y plantas.



**Anexo F:** Trasplante de las *Euphorbaceas* en las macetas



**Anexo G:** Planta contaminada con el hongo Oídium



**Anexo H:** Funguicida para atacar el Oídium



**Anexo I:** Diseño y construcción de un invernadero



**Anexo J:** Hidrómetro para suelos



**Anexo K:** Crecimiento de *Euphorbia Cotinifolia* en suelo



**Anexo L:** Crecimiento de *Euphorbia Pulcherrima* en el suelo



**Anexo M:** Traslado de *Euphorbaceas* al vivero



**Anexo N:** Control de crecimiento de las *Euphorbaceas*



**Anexo O: Plantas sobrevivientes dentro del invernadero**



## Anexo P: Resultados de Análisis de Físico-Químico del suelo

**LABORATORIO  
LASA**  
CONTROL AMBIENTAL

**INFORME DE RESULTADOS**

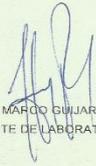
INF LASA 13-12:  
ORDEN DE TRABAJO No. 002

SOLICITADO POR: ANDREA TERESA PALIZ HIDALGO  
DIRECCIÓN: CDLA. DEL MOP - RIOBAMBA  
TELÉFONO/FAX: 0992853842  
TIPO DE MUESTRA: SUELO  
PROCEDENCIA: RIOBAMBA - SAN JOSÉ DE TEMBO  
IDENTIFICACIÓN: SUELO AGRÍCOLA SAN JOSÉ DE TEMBO - PARROQUIA  
SAN ISIDRO DE PATULÚ - CANTÓN GUANO

FECHA DE RECEPCIÓN: 28/11/2012  
FECHA DE ANÁLISIS: 28/11-13/12  
FECHA DE ENTREGA: 13/12/2012  
NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)  
MUESTREO POR: SOLICITANTE  
CÓD. DE MUESTRA: 15818-16

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	MÉTODO DE ENSAYO
1	CALCIO	mg/kg	65,88	Espectrofotometría
2	FÓSFORO TOTAL	mg/kg	19,41	Espectrofotometría
3	MATERIA ORGÁNICA	%	1,79	Gravimetría
4	NTK	mg/kg	613,28	Kjeldahl
5	POTASIO	mg/kg	50,00	Espectrofotometría
6	ZINC	mg/kg	27,99	Espectrofotometría A.A.

  
DR. MARCO BUJARRERO  
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio  
Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorio LASA  
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio

Pá

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815  
Celular: 099 9236 287 • e-mail: info@laboratoriolasa.com  
web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



**INFORME DE RESULTADOS**

INF.LASA 10-10-17-2747  
ORDEN DE TRABAJO No. 0034180-17

SOLICITADO POR: ANDREA TERESA PALIZ HIDALGO  
DIRECCIÓN: CDLA. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
TELÉFONO/FAX: 0995649698  
TIPO DE MUESTRA: SUELO  
PROCEDENCIA: SAN ISIDRO DE PATULÚ  
IDENTIFICACIÓN: SUELO AGRÍCOLA PREDIO: SAN JORGE MUESTRA 2

FECHA DE RECEPCIÓN: 26/09/2017  
FECHA DE ANÁLISIS: 26/09-10/10/2017  
FECHA DE ENTREGA: 10/10/2017  
NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)  
MUESTREO POR: SOLICITANTE  
CÓD. DE MUESTRA: 12852-17

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AZUFRE	mg/l	2,80	N.A.	DIN 38405-D5-1 <sup>(1)</sup> *
2	CALCIO	mg/l	14,00	N.A.	DIN 38406 <sup>(1)</sup> *
3	FÓSFORO	mg/l	1,96	N.A.	ISO 6878-1, EN 1189 <sup>(1)</sup> *
4	HUMEDAD	%	8,78	N.A.	Gravimetría *
5	MAGNESIO	mg/l	5,60	N.A.	DIN 38406 <sup>(1)</sup> *
6	MATERIA ORGÁNICA	%	1,54	N.A.	Gravimetría *
7	NITRÓGENO TOTAL	%	0,06	N.A.	DIN 38405 D9-2, ISO 7890-1-2 <sup>(1)</sup> *
8	pH	Unidades de pH	7,98	± 0,07	PEE-LASA-F0-50 EPA 9045 D
9	POTASIO	mg/l	8,00	N.A.	ISO 9864-3 <sup>(1)</sup> *
10	TEXTURA	-	Arena franca	N.A.	Método Interno <sup>(1)</sup> *
11	FRACCIÓN DE PARTÍCULAS	%	Arena: 85% - Limo: 11% Arcilla: 4%	N.A.	Método Interno <sup>(1)</sup> *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN SAE

(1) RESULTADO PROPORCIONADO POR EL LABORATORIO AGRARPROJEKT CUYA COMPETENCIA PARA LA EJECUCIÓN DE ESTE ENSAYO HA SIDO EVALUADA MEDIANTE LO ESPECIFICADO EN EL MANUAL DE CALIDAD CAPÍTULO 5

N.A.: No Aplica



DR. MARCO QUIJARRO  
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio  
Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorio LASA  
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OES-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815  
Celular: 099 9236 287 • e-mail: info@laboratoriolasa.com  
web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



**Anexo Q: Resultados de Análisis de Plaguicidas Organofosforado**



**Laboratorio LASA**  
CONTROL AMBIENTAL

**INFORME DE RESULTADOS**

IDENTIFICACION: ANDREA TORRES PARRA  
 IDENTIFICACION DE LA EMPRESA: [REDACTED]  
 TIPO DE MUESTRA: [REDACTED]  
 ANALISIS: [REDACTED]

FECHA DE RECEPCION: [REDACTED]  
 FECHA DE EMISION: [REDACTED]  
 NUMERO DE MUESTRA: [REDACTED]  
 CODIGO DE MUESTRA: [REDACTED]

**DETERMINACION DE RESIDUOS PLAGUICIDAS**

ITEM	IDENTIFICACION	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE
<b>ORGANOFOSFORADOS</b>				
1	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
2	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
3	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
4	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
5	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
6	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
7	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
8	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
9	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
10	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
11	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
12	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
13	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
14	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
15	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
16	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
17	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
18	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
19	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
20	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
21	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
22	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
23	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
24	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
25	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
26	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
27	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
28	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
29	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
30	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
31	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
32	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
33	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
34	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
35	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
36	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
37	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
38	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
39	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
40	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
41	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
42	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
43	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
44	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
45	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
46	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
47	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
48	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
49	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1
50	Clorpirrifos	mg/kg	0.11	0.1

NOTA: Se han detectado residuos de plaguicidas organofosforados en la muestra analizada. Se recomienda tomar medidas de bioseguridad y evitar el consumo de alimentos que contengan estos residuos.



Dr. María Alejandra Torres  
Laboratorio LASA

Av. de la Democracia N° 72-110 y González Gallo • Teléfono: 2499-814 / 2269-012  
 Don Ignacio Paredo C02 97 y Simón Bolívar • Teléfono: 2248-815  
 Ciudad: 095 9236 287 • Email: info@laboratoriolasa.com  
 web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

**INFORME DE RESULTADOS**

SE 049 10 12 2014  
CIVILIDAD TRAFALGAR 30274 4

SOLICITADO POR: INIERA TERESA PAUL MEDINA  
DIRECCIÓN: COLA DEL MOP - MEGARMA  
TELÉFONO/FAX: 3409040  
TIPO DE MUESTRA: SUELO  
PROVENIENCIA: MEGARMA - CALLE 10 DE ENERO  
IDENTIFICACIÓN: SUELO MEGARMA - CALLE 10 DE ENERO - PARROQUIA  
SERVIDORIO DE PATULLA - CAMBIO CLIMA

FECHA DE RECEPCIÓN: 26/11/14  
FECHA DE ANÁLISIS: 26/11/14  
FECHA DE EMISIÓN: 12/12/14  
NÚMERO DE MUESTRA: 104 (1)  
MUESTRO POR: SOLICITANTE  
COD. DE MUESTRA: 104 (1)

**DETERMINACIÓN DE RIESGOS PLAGUICIDAS**

ITEM	QUANTIDAD	UNIDADES	RESULTADO	METODO DE ANÁLISIS
<b>ORGANOFOSFOROS</b>				
1	100g	100g	<0.01	SPRINT 6 L/D
2	100g	100g	<0.01	
3	100g	100g	<0.01	
4	100g	100g	<0.01	
5	100g	100g	<0.01	
6	100g	100g	<0.01	
7	100g	100g	<0.01	
8	100g	100g	<0.01	
9	100g	100g	<0.01	
10	100g	100g	<0.01	
11	100g	100g	<0.01	
12	100g	100g	<0.01	
13	100g	100g	<0.01	
14	100g	100g	<0.01	

  
Dr. Juan Carlos Pineda  
ANALISTA DE LABORATORIO

Este es un documento exclusivamente de uso interno. Si cualquier otro usuario desea tener acceso a este documento, debe solicitarlo al personal responsable de la información. Este documento puede ser utilizado para fines de investigación y desarrollo.