



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE
CHLORPYRIFOS - CYPERMETHRIN Y DICLORURO DE
1,1'-DIMETIL-4,4'-BIPYRIDIL EN PLÁNTULAS DE ARRAYÁN Y CHOLÁN.

AUTOR

Andrea Alejandra Lara Navarro

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE CHLORPYRIFOS -
CYPERMETHRIN Y DICLORURO DE 1,1'-DIMETIL-4,4'-BIPYRIDIL EN
PLÁNTULAS DE ARRAYÁN Y CHOLÁN.

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniería Ambiental en Prevención y
Remediación”

Profesor Guía

MSc. Indira Fernandina Black Solís

Autora

Andrea Alejandra Lara Navarro

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido el trabajo, "Evaluación de los efectos toxicológicos de chlorpyrifos - cypermethrin y dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil en plántulas de Arrayán y Cholán", a través de reuniones periódicas con el estudiante Andrea Alejandra Lara Navarro, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación



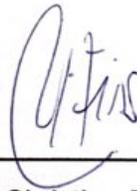
Indira Fernandina Black Solís

Máster en Conservación y Gestión del Medio Natural

CC: 171127356-3

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

Declaro haber revisado este trabajo, "Evaluación de los efectos toxicológicos de chlorpyrifos - cypermethrin y dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil en plántulas de Arrayán y Cholán", del estudiante Andrea Alejandra Lara Navarro, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



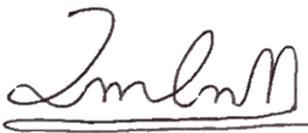
Christian Patricio Villamarín Flores

Doctor en Ecología Fundamental y aplicada

CC: 100233940-4

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Andrea Alejandra Lara Navarro

CC: 175937698-9

AGRADECIMIENTOS

A mi papá y a mi mamá por enseñarme a perseguir mis sueños y nunca rendirme; a mi hermano Carlos por siempre haber tenido la sonrisa y la palabra precisa; a mi hermana Daniela por ser mi amiga y mi soporte día a día; y a mi hermano Marcelo por ayudarme y abrazarme.

A mi compañero de aventuras Jean B, por tanto apoyo y amor; a mis amigos por estar conmigo en las buenas y en las malas y por permitirme vivir las mejores experiencias junto a ellos.

A mis sobrinos Elias y Vicky, por ser la alegría y el motor de mi vida; a mis hermanos Martin y Lore, por su ayuda, guía y amor; a mis padrinos, tíos y primos por estar siempre a pesar de la distancia.

Finalmente, a mi profesora Indira Black por ser mi guía en la vida personal y universitaria, de la cual estaré agradecida por todas las enseñanzas dadas.

DEDICATORIA

A mi familia por siempre guiarme con amor, por ayudarme y alentarme a cumplir todos mis sueños.

A mis papás por darme la fortaleza para siempre seguir y a mi hermana Daniela por todo lo que hace por mí.

A mi hermano Carlos, al cual extraño y sé que estaría orgulloso de mí.

RESUMEN

El estudio se basó en demostrar los efectos que producen un herbicida (Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil) y un insecticida (Chlorpyrifos – Cypermethrin) en dos especies arbóreas nativas de la ciudad de Quito.

Se trabajó con cinco tratamientos, dos con insecticida en concentraciones de 0,00276 g/L y 0,00138 g/L; dos con herbicida en concentraciones de 0,005 g/L y 0,0025 g/L y un tratamiento combinado de los biocidas en una concentración de 0,00139 g/L de insecticida + 0,0025 g/L de herbicida.

Se analizó el crecimiento de las plántulas, el porcentaje de pérdida de hojas y el tamaño de la raíz como resultados cuantitativos; por otro lado, se obtuvieron resultados cualitativos: calidad de las hojas y la calidad de las raíces.

Los resultados generales que se obtuvieron fueron que ambos biocidas producen cambios y afectaciones importante tanto en las plántulas de cholán (*Tecoma stans*) como en las de arrayán (*Luma apiculata*). Las plántulas de arrayán mostraron mayores afectaciones, lo cual es por las características de crecimiento que tienen las mismas. El tratamiento combinado fue el que causó mayor efecto en las plántulas de arrayán, teniendo una media de crecimiento de 4.31 cm y un porcentaje de pérdida de hojas de 95.2% durante el tiempo de la experimentación. Las plántulas de cholán que fueron sometidas al T5 mostraron mayor afectación con respecto al desarrollo con una media de crecimiento de 0.81 cm; en las mediciones de porcentaje de pérdida de hojas el T3 fue el que obtuvo un valor mayor con 78.7%.

Palabras clave: herbicidas, insecticida, biocida, plántulas, toxicidad.

ABSTRACT

The study was based on demonstrating the effects produced by a herbicide (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridyl dichloride) and an insecticide (Chlorpyrifos - Cypermethrin) in two native tree species of the city of Quito.

Five treatments were used, two with insecticide in concentrations of 0.00276 g / L and 0.00138 g / L; two with herbicide in concentrations of 0.005 g / L and 0.0025 g / L and a combined treatment of the biocides in a concentration of 0.00139 g / L of insecticide + 0.0025 g / L of herbicide.

The growth of the seedlings, the percentage of loss of leaves and the size of the root were analyzed as quantitative results; on the other hand, qualitative results were obtained: quality of the leaves and the quality of the roots.

The general results that were obtained were that both biocides produce important changes and affectations in both cholán (*Tecoma stans*) and myrtle (*Luma apiculata*) seedlings. The myrtle seedlings showed greater affectations, which is due to their growth characteristics. The combined treatment was the one that caused the greatest effect in the myrtle seedlings, having an average growth of 4.31 cm and a percentage of leaf loss of 95.2% during the time of the experimentation. The cholán seedlings that were subjected to T5 showed greater affectation with respect to development with a mean growth of 0.81 cm; In the measurements of percentage of leaf loss, T3 was the one that obtained a higher value with 78.7%.

Key words: herbicides, insecticide, biocide, seedlings, toxicity.

INDÍCE

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Alcance.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivo general.....	5
1.5. Objetivos específicos.....	5
1.6. Hipótesis.....	5
2. CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	7
2.1. Agricultura en Ecuador.....	7
2.1.1. Principales productos y uso de biocidas en la sierra ecuatoriana.....	8
2.1.2. Principales productos agrícolas y uso de biocidas en DMQ.....	9
2.2. Pesticidas.....	10
2.2.1. Insecticidas.....	12
2.2.2. Herbicidas.....	13
2.3 Toxicología.....	14
2.4. Ecotoxicología.....	15
2.5. Biodiversidad.....	16
2.6. Especies de estudio.....	16
2.6.1. <i>Tecoma stans</i> (Cholán).....	16
2.6.2. <i>Luma apiculata</i> (Arrayán).....	19
3. CAPITULO III. METODOLOGIA.....	22
3.1. Material de partida.....	22
3.2. Elección de biocidas.....	22
3.3. Preparación de soluciones.....	23
3.4. Diseño experimental.....	24
3.4.1. Variables independientes.....	24
3.4.2. Variables dependientes.....	25
3.5. Análisis de resultados.....	28

4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS	28
4.1. Crecimiento cholán (<i>Tecoma stans</i>)	28
4.2. Porcentaje de pérdida de hojas de cholán (<i>Tecoma stans</i>) ..	30
4.3. Estado de las hojas cholán (<i>Tecoma stans</i>)	32
4.4. Longitud de la raíz cholán (<i>Tecoma stans</i>)	34
4.5. Estado de la raíz cholán (<i>Tecoma stans</i>)	36
4.6. Crecimiento arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	38
4.7. Porcentaje de pérdida de hojas arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	40
4.8. Estado de las hojas arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	42
4.9. Longitud de la raíz arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	43
4.10. Estado de la raíz arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	46
5. CAPITULO V. DISCUSION	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.1. Conclusiones	49
6.2. Recomendaciones	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	57

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La población siempre se vio obligada a encontrarse en áreas cercanas a tierras productoras, para poder así obtener su alimento, pero con el paso del tiempo las grandes ciudades se fueron creando dejando a la minoría de la población en áreas rurales, en el año 1950 en América Latina se encontraba el 58.6% de la población en dichas áreas, pero para el 2000 ya se encontraba solamente el 25.5% en las mismas (Zárate, 2015). Esto ha hecho que las tierras productivas se encuentren cada vez más vulnerables y con menores insumos técnicos que permitan el desarrollo de una agricultura sustentable y sostenible.

Desde el inicio de la implementación de la agricultura intensiva los agricultores se vieron en la necesidad de combatir en contra de las plagas, las cuales afectan a los alimentos de los que la humanidad vive hasta ahora, utilizando sustancias, en su mayoría sintéticas para poder así mejorar la producción de sus cultivos (Del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo, & Palacio Estrada, 2014). Es así que, en el mundo se utiliza más de 1000 plaguicidas, los cuales fueron creados para poder eliminar los diferentes patógenos que afectan a las plantaciones existentes; los mismos que pueden ser tóxicos para los humanos, por ejemplo, se ha comprobado que los insecticidas tienen una toxicidad mayor en las personas que los herbicidas (OMS, 2018).

Los plaguicidas son una parte importante dentro de todo el conjunto de sustancias a las cuales el hombre y la biota se ve expuesto diariamente (Waliszewski et al., 2013). No es necesario que la persona se encuentre trabajando en el lugar, ya que las vías de contacto y de ingreso al organismo son diversas, como por el mal manejo de los desechos (envases y líquidos remanentes) o por la bioacumulación en los tejidos de los vegetales consumidos lo cual afecta a los humanos y de manera importante y persistente a los ecosistemas (Souza, 2012).

En Latino América, aunque se hayan registrado solamente un 10.4% de ventas de los plaguicidas, la OMS (2000) encontró que la región contribuía con el 50% de los casos de intoxicación y el 75% de las muertes provocadas por los mismos siendo comparada con todo el planeta (Introini, 2017). Lo que dejaría en evidencia un mal manejo de este tipo de sustancias y deja un serio problema al sistema de salud de estos países.

Existe el derecho humano a la alimentación, el cual debe garantizar el acceso a alimentos necesarios para mantener una buena salud; al existir el uso permanente de plaguicidas para obtener mayor cantidad de alimentos y de mejor aspecto, los químicos que tienen los plaguicidas se bioacumulan en dichos alimentos por lo cual llega a afectar a la población tanto a largo como a corto plazo (Jusidman, 2014). Sin embargo, la afectación a las personas es solo una parte del problema, ya que se ha determinado que estos tipos de compuestos pueden permanecer en el suelo y agua con sus formas químicas originales o derivadas, lo que provocaría una afectación al medio ambiente importante. Ya que al aplicar estos no siempre alcanzan a la plaga objetivo y se esparcen contaminando el suelo y/o fuentes de agua, los plaguicidas al tener moléculas de difícil degradación son aún más tóxicos para el ambiente; al estar en el ambiente los plaguicidas sufren procesos de adsorción, transferencia, absorción y descomposición (INIAP, 2014).

En Ecuador, se registraron más de 200 millones de dólares anualmente utilizados para importaciones de plaguicidas, las principales clases importadas fueron los funguicidas, herbicidas e insecticidas; los mayores cultivos que utilizan plaguicidas son los del banano (38.7%) y flores (11.9%); los insecticidas son el 16.8% de las importaciones pero son considerados los más peligrosos, ya que son altamente tóxicos tanto para las personas como el medio ambiente (INIAP, 2014).

En Quito se han registrado sectores donde existen cultivos para la distribución local, lo que provoca a su vez la utilización de biocidas aportando así a la

contaminación tanto de suelos como de recursos hídricos. La cuenca alta del río Guayllabamba provee de agua a la mayor parte del DMQ, pero la misma está siendo afectada por los residuos provenientes de la agricultura como son los pesticidas, esparciéndose así los contaminantes a todo el área del DMQ, afectando directamente a la flora y fauna nativa del lugar (FONAG, 2009).

Las especies nativas del Distrito Metropolitano de Quito como son el Arrayán y el Cholán, se encuentran en las laderas de las cuencas. Estas cumplen un rol ecológico importante, además ayudan a afirmar el suelo en zonas de alta pendiente y así evitar posibles derrumbes. Sin embargo, estas se ven altamente afectadas por los plaguicidas distribuidos por la cuenca hidrográfica proveniente principalmente de la agricultura (Ministerio del Ambiente, 2012).

1.2. Alcance.

La investigación fue de tipo experimental y se realizó bajo condiciones controladas. Se midieron los efectos producidos por el Chlorpyrifos – Cypermethrinen y el Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil en dos concentraciones más una combinación de ambos, en la supervivencia y el desarrollo de las plántulas de *Tecoma stans* y *Luma apiculata*.

Para el estudio se utilizaron un total de 96 individuos por especie, que fueron regadas con los biocidas en las tres concentraciones diferentes, además de un testigo. Se registraron datos cada semana, durante un mes.

Se midieron los efectos en las condiciones fisiológicas de las plántulas: supervivencia, crecimiento, número de hojas, estado general del sistema foliar y tamaño del sistema radicular.

1.3. Justificación

Los plaguicidas son sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar plagas; el problema de los mismos es que estos son tóxicos para seres humanos y a animales; el objetivo es atacar las especies de patógenos de plantas o animales que puedan afectar negativamente la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de los alimentos (Schaaf, 2015)

A pesar de los amplios beneficios que los plaguicidas tienen, no es oculto que los mismos son sustancias químicas tóxicas las cuales fueron hechas para afectar un sistema biológico en particular pero que no tienen una selectividad real. Estos afectan tanto a las especies objeto como a especies cercanas y en gran parte a los seres humanos (Wania & Mackay, 1999). Estos producen una contaminación difusa, es decir en diferentes puntos los cuales no son totalmente identificables. Este tipo de contaminación es de gran preocupación ya que estos contaminantes se vuelven persistentes en ambiente afectando así una extensa área dentro del diferentes ecosistemas (IARC, 2014).

Las especies nativas de la ciudad de Quito, durante los años se han visto gravemente afectadas por el crecimiento demográfico provocando fragmentaciones en las áreas donde las especies nativas se desarrollan y habitan, dejándolas expuestas a una mayor intensidad lumínica y mayor temperatura del aire, cambiando así sus condiciones ambientales, lo cual afecta a su desarrollo y propagación (Delgado, 2013). Sin embargo, con esta fragmentación el cambio de uso de suelo, de áreas conservadas a áreas de cultivo ha traído consigo un sin número de problemas, desde el incremento de nutrientes hasta el uso de pesticidas (Garcia & Durga, 2012), lo que ha conllevado a un detrimento en las poblaciones de las plantas nativas (Naeem et al., 1999).

Las especies nativas que se encuentran cercanas a áreas de plantaciones se ven realmente afectadas, lo cual es bastante preocupante para los ecosistemas

y la conservación de especies (FAO, 2014). Esto sucede por diferentes razones, principalmente la deforestación por distintos motivos, pero pocas veces se habla de la afectación por los pesticidas y su persistencia en el medio (Patiño, 2012). Es de suma importancia que se tome en cuenta esta información y se realicen estudios al respecto, ya que así se podrá saber si es que estos aportan a la falta de crecimiento y propagación de las especies nativas.

Hoy en día, no existen investigaciones donde se puedan saber las reales afectaciones que los pesticidas tienen sobre las especies nativas de la ciudad de Quito, por lo cual la investigación realizada en los programas de conservación.

1.4. Objetivo general

Evaluar los efectos toxicológicos de Chlorpyrifos - Cypermethrin y Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil sobre el desarrollo de las plántulas de *Tecoma stans* y *Luma apiculata*, especies nativas de la ciudad de Quito, Ecuador.

1.5. Objetivos específicos

- Determinar los efectos toxicológicos de Chlorpyrifos – Cypermethrinen y del Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil en el desarrollo de plántulas de *Tecoma stans*.
- Determinar los efectos toxicológicos de Chlorpyrifos – Cypermethrinen y del Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil en el desarrollo de plántulas de *luma apiculata*.
- Comparar las respuestas toxicológicas entre las especies de estudio

1.6. Hipótesis

Hipótesis Alternativa (HI1)

La supervivencia y desarrollo morfológico de plántulas de *Tecoma stans* se ve afectada por la aplicación de biocidas.

Hipótesis Nula (H01)

La supervivencia y desarrollo morfológico de plántulas de *Tecoma stans* no se ve afectada por la aplicación de biocidas.

Hipótesis Alternativa (H12)

La supervivencia y desarrollo morfológico de plántulas de *Luma apiculata* se ve afectada por la aplicación de biocidas.

Hipótesis Nula (H02)

La supervivencia y desarrollo morfológico de plántulas de *Luma apiculata* no se ve afectada por la aplicación de biocidas.

Hipótesis Alternativa (H3)

Las respuestas toxicológicas de *Tecoma stans* y *Luma apiculata* son similares frente a la aplicación de Chlorpyrifos – Cypermethrinen y del Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil.

Hipótesis Nula (H03)

Las respuestas toxicológicas de *Tecoma stans* y *Luma apiculata* no son similares frente a la aplicación de Chlorpyrifos – Cypermethrinen y del Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil.

2. CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Agricultura en Ecuador

En Ecuador existen diferentes categorías del uso del suelo, entre ellas se destacan: cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbechos, pastos cultivados, pastos naturales, montes y bosques y zonas antrópicas (Ministerio del Ambiente, 2013). Se conoce como cultivo permanente a la vegetación que tienen ciclos de crecimiento mayores a un año; mientras que cultivo transitorio se denomina a cultivos que tienen un ciclo de crecimiento menor a un año y finalmente los barbechos son las zonas que están en periodo de descanso de producción (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2015).

El sector agropecuario es importante para el país por su aporte en el PIB. Según datos oficiales el mismo aporta un 13%, aumentando casi un 4% cada año, , aproximadamente el 50% de los alimentos son exportados (FAO & RUAF, 2018); por lo que es una fuente importante de divisas, principalmente el banano, café, cacao, flores, mango y más; y por ultimo por contribuir la base de la política de soberanía alimentaria que se encuentra en la actual Constitución, tratándose de que se debe tener una autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados permanentemente (Naranjo et al., 2012).

El país hasta el año 2016 contaba con un total de 4.872.049,88 ha destinadas a la actividad agropecuaria, siendo un total de 19% del territorio nacional. Para cultivos permanentes se está utilizando 1.495.148,56 ha, para los cultivos transitorios 1.044.203,24 ha y por último el área de pastos cultivados es de 2.332.698,09 ha (INEC, 2016a). La mayor parte de la superficie destinada a los cultivos son explotadas por agricultores pequeños, los cuales se encargan tanto de abastecer al país como autoabastecerse, donde se utilizan métodos y/o tecnologías que ponen en riesgo la calidad del suelo y a mayor escala el bienestar ambiental (Ministerio del Ambiente, 2013).

Las principales afectaciones que generalmente sufren los cultivos transitorios en el Ecuador son producidos por las sequias y las plagas; en cambio, para los cultivos permanentes son las plagas (INEC, 2015). En el país mayoritariamente se utilizan semillas comunes y nativas para los cultivos, ocupando en promedio un 46,11% de la superficie destinada esta actividad. De toda el área que es cultivada en promedio para los cultivos permanentes se le aplica al 50,03% insumos químicos y a los cultivos transitorios un 78,24%; aunque para ambos los productos utilizados tienen un grado de toxicidad bajo, igualmente es de suma importancia el control de los mismos por las afectaciones que puede producir, teniendo en cuenta que solamente dos de cada diez personas se encuentran capacitadas en el uso y manejo de agroquímicos (INEC, 2016).

2.1.1. Principales productos y uso de biocidas en la sierra ecuatoriana

En la sierra ecuatoriana existe un 72% de agricultura familiar, contando con una amplia gama de productos tales como: cereales, gramíneas, leguminosa, frutas, hortalizas, tubérculos, flores y otros cultivos, representando así el 9% de la producción nacional (Wong & Ludeña, 2006).

En esta zona del país se ha comprobado que existe una oferta de 112 tipos de agroquímicos, siendo los más usados aquellos con una toxicidad “moderadamente peligrosa” y por lo mismo dejando la existencia de 49 principios activos, teniendo como más usados los organofosforados y carbamatos (Breilh et al., 2009). La contaminación por agroquímicos se da principalmente por la fumigación, pero también una gran parte es debido a: reutilización de plásticos o envases utilizados, lavado de ropa de trabajo, descargas de agua directamente a las matrices ambientales, olores penetrantes en áreas cercanas, practicas caseras del uso de las mismas, entre otras (Rodríguez, McLaughlin, & Pennock, 2019).

2.1.2. Principales productos agrícolas y uso de biocidas en DMQ

La ciudad de Quito aporta al Valor Agregado Bruto (VAB) Nacional un 22,11% siendo la ciudad más influyente en el país teniendo una gran concentración de la actividad productiva. La agricultura provee 0,70% de empleos en el DMQ, siendo el principal proveedor de empleos los servicios con un 48,3%. El 51,9% del área total del DMQ utilizada para la agricultura se encuentra en la Administración Zonal Eugenio Espejo, siguiendo por la Administración Zonal Tumbaco con un 17,5%. Por último, se sabe que la inversión de la población puesta en esta actividad es mínima con un 4% (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2013).

Se estima que en la ciudad de Quito un 1,48% de los ciudadanos practican actividades relacionadas con la agricultura y ganadería. El DMQ fundó un proyecto llamado Agricultura Urbana Participativa (AGRUPAR) contribuyendo así a la seguridad y soberanía alimentaria, equidad de género, generación de fuentes de empleo, inclusión social y más, de los integrantes del proyecto; la idea es que se produzca una gran variedad de productos agrícolas (CONQUITO, s.f.).

Dentro de los principales productos en el DQM se tiene:

Tabla 1.

Principales productos agrícolas

Producto	Porcentaje
Alimento fresco	48%
Animales en pie	18%
Carnicos	9%

Snacks	6%
Panificados	5%
Conservas frutas y hortalizas	4%
Miel y delivados	4%
Lacteos	3%
Insumos para la agricultura	3%

Adaptada de (CONQUITO, s.f.).

Dentro de los alimentos frescos en el DMQ principalmente se produce papa, maiz, cebolla, frejol, tomate riñon, arveja, brocoli, melloco, avena, cebada, chocho, trigo y haba (Moya, 2013).

Para los cultivos permanentes y semipermanentes realizados en el DMQ se utiliza una gran cantidad de fertilizantes, pesticidas herbicidas y otros químicos convirtiendose asi dependientes de los mismos, produciendo una contaminacion y deterioro permanente a los ecosistemas aledaños, principalmente a las matrices suelo y agua afectando a largo plazo a las poblaciones (Patiño, 2012).

2.2. Pesticidas

Los pesticidas según la FAO son sustancias destinadas a impedir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga incluyendo plantas o animales indeseados; dentro de su definición se incluyen los productos utilizados para regular el crecimiento de las plantas reductores de densidad de frutas, inhibidores de germinación, sustancias que se colocan antes y/o después de la cosecha para que el producto sea protegido durante su proceso (ONU, 2009).

Los riesgos que son provocados por la utilización de pesticidas pueden ser altamente importantes para la salud humana y ambiental tanto a corto como a largo plazo (Bartual, J., & Berenguer, 1983).

Los plaguicidas según Ferrer (2003) pueden clasificarse de diferentes maneras, donde la general es:

- Insecticidas
 - Organoclorados
 - Organofosforados
 - Carbamatos
 - Piretrides
- Fungicidas
 - Organoclorados
 - Organomercuriales
- Herbicidas
 - Bipiridílicos
 - Organoclorados
- Raticidas
 - Dicumarínicos

La clasificación específica puede ser por plagas y por su naturaleza.

- Plagas
 - Insecticidas
 - Fungicidas
 - Molusquicidas
 - Rodenticidas
 - Acaricidas
- Naturaleza

- Biológicos: Son grupos o individuos de seres vivos o productos de los mismos que luego de diferentes estudios, los cuales siguen siendo caso de experimentación, se ha obtenido que son efectivos para batallar contra organismos nocivos.
- Químicos:
 - Naturales: los mismos son extraídos de las plantas, en los últimos años se ha reducido su uso ya que han sido remplazados por los químicos sintéticos.
 - Sintéticos: Dentro de los mismos existe una amplia lista de familias, por ejemplo: compuestos inorgánicos y órgano metálicos, compuestos organoclorados, compuestos organofosfatados, carbamatos, compuestos nitrofenólicos, piretroides de síntesis, derivados biperidílicos y derivados dicumarínicos.

2.2.1. Insecticidas

Los insecticidas tienen como objetivo eliminar insectos considerados plagas. Son utilizados en la agricultura tradicional para combatir las plagas que se producen en diferentes plantaciones; los mismos son sustancias naturales que se crearon para ser utilizados para el control de insectos. Estos tienen efectos en la salud humana, en los ecosistemas agrícolas y en el medio ambiente (Devine, Eza, Ogusuku, & Furlong, 2008) por lo cual se debe tener mucho cuidado al momento de utilizarlos.

Los insecticidas tienen diferentes modos y sitios de acción los cuales son: interferencia del sistema nervioso, reguladores del crecimiento, toxinas alimentarias, sistema respiratorio y tóxicos físicos (Barros, 2002).

En el mundo aproximadamente el 25% de los plaguicidas utilizados son insecticidas (Bedmar, 2006) y en Ecuador el 56% de las plantaciones

permanentes y el 77.9% de las plantaciones transitorias utilizan insecticidas (INEC, 2016b).

Algunas plantas se vuelven resistentes a los insecticidas al pasar el tiempo, lo cual lleva a ocupar otro insecticida u otro biocida contaminando aún más el suelo y los recursos hídricos cercanos (Gao et al., 2020).

En Ecuador debido a las plagas que traen otros productos agrícolas cercanos a las plantaciones, se ha implementado una gran cantidad de biocidas, en especial insecticidas (Horgan et al., 2014), lo cual aumenta la contaminación ya que todas las plantaciones empiezan a necesitar los plaguicidas.

2.2.2. Herbicidas

Los herbicidas son parte del grupo importante de los plaguicidas de los cuales son utilizados en la agricultura, estos remplazaron el laboreo mecánico y manual en el campo; los mismos son sustancias químicas sintéticas muy variadas, que tienen una toxicidad muy alta, pero tienen una toxicidad más baja que los insecticidas en general. Cada año la utilización de los herbicidas va aumentando lo cual ha traído diferentes problemas a los ecosistemas (Burger & Fernández, 2004).

La contaminación producida por los herbicidas es importante, ya que al ser aplicados los mismos se quedan en las plantas pero la mayor parte de las mismas llega directamente al suelo y agua. Los herbicidas se transportan por el medioambiente mediante el transporte, transportándose con el suelo, agua y aire; y también mediante la transformación, rompiendo las moléculas de su composición química (Beckert & Dessauz, 2016).

Los herbicidas por su modo de actuar son clasificados de la siguiente manera (Ulzurrun, 2013):

- Inhibidores del acetil coenzima – A carboxilasa, causa el fácil desprendimiento de las hojas por su efecto fitotóxico
- Inhibidores de la enzima acetolactato, causando el detenimiento de su crecimiento, las marchita y cambia el color de las hojas a rojizas
- Inhibidores de la fotosíntesis en el Fotosistema II, marchitan las hojas 2 a 3 horas después de su aplicación
- Inhibidores del fotosistema I, causan marchitez luego clorosis y finalmente necrosis del follaje
- Inhibidores de la enzima protoporfirinogeno oxidasa, causan clorosis y posterior necrosis de las hojas y tallos, esto se observa al estar expuestas a la luz
- Inhibidores de la Biosíntesis de carotenoides, causando falta de pigmentación
- Inhibidores de enzima 5-enolporuvilshikimato-3-fosfato sintetasa, causando coloraciones rojizas y clorosis es tejidos jóvenes
- Inhibidores de Glutamino Sintetasa, causan clorosis y marchitamiento
- Inhibidores de la 7,8-dihidropteroato sintetasa, causando clorosis
- Inhibición de la división celular (mitosis), causando muerte de las plántulas antes de emerger por lo poder absorber agua y nutrientes
- Inhibidores de la síntesis de la celulosa, causan detención del crecimiento y engrosamiento de las raíces
- Inhibición de la síntesis de lípidos, causando enrollamiento y engrosamiento de las hojas y cambiando el color a verde oscuro
- Acción similar al ácido indolacético, causando detención del crecimiento
- Inhibición del transporte de auxinas, causando la reducción del crecimiento y giro de las puntas de las raíces

2.3 Toxicología

La toxicología es la rama de la ciencia que está a cargo de los venenos (Roldán, 2016). Los tóxicos son radiaciones físicas o agentes químicos, que al entrar en contacto con un organismo vivo puede producirle efectos adversos si es que la

dosis es alta (Guitart, 2009). La dosis es la cantidad de un químico aplicado o introducido en un sistema biológico en un periodo de tiempo (Roldán, 2016). La concentración es la cantidad de químico disuelto en una cantidad de solvente; es una solución concentrada cuando el químico es la mayor parte de la solución y es una solución diluida cuando el solvente ocupa la mayor parte de la solución (A. Ronco, Díaz, & Granados, s.f.)

Un ensayo de toxicidad determina el efecto de una sustancia o mezcla sobre un grupo de organismos seleccionados los cuales son colocados en condiciones específicas, pudiendo medir así las proporciones de los organismos afectados o grado de efecto (A. E. Ronco, 2004).

2.4. Ecotoxicología

La ecotoxicología es la rama de la ciencia que estudia y analiza los efectos que tienen diferentes agentes químicos y físicos sobre organismos vivos, tomando en cuenta las poblaciones y comunidades de ecosistemas seleccionados (A. E. Ronco, 2004).

Los tóxicos son sustancias que la biota no ha producido, como por ejemplo: productos industriales, aditivos de alimentos, compuestos inorgánicos; y los mismos causan efectos negativos a organismos vivos (Kopplin, 2001). Desde el punto Ecotoxicológico, los organismos mismos son elementos que pueden ser utilizados para la evaluación de la calidad ambiental; los mismos se basan en la posibilidad de sensibilidad a los contaminantes que se encuentran en el ambiente, logrando así establecer una relación entre el tipo y grado de contaminación y las respuestas a las mismas (Ferrari, 2015).

2.5. Biodiversidad

La biodiversidad es provocada por la evolución de las especies, partiendo de seres sencillos, la misma puede ser estudiada a nivel de ecosistemas, de especies y de genes; los primeros observando la diversidad del ecosistemas y las especies que existen en determinado lugar, a nivel de genes es más complicado ya que depende de la variabilidad interna de la especie (Mena, 2005).

Ecuador es considerado un país megadiverso, lo cual quiere decir que consta con una gran variedad de especies por unidad de área y además con distintos ecosistemas (Bravo, 2014). El país consta con la décima parte de especies de plantas del planeta, además muchas de las mismas son endémicas del Ecuador (Mena, 2005).

La hoya interandina de la cuenca de Guayllabamba, es la que provee agua a la sierra, más específicamente a la provincia de pichincha, la misma es rica en nutrientes pero a pesar de eso ha perdido la mayoría de su biodiversidad por la gran amenaza humana, ya que en esta zona se asientan las principales actividades agrícolas y el asentamiento humano (Bravo, 2014)

2.6. Especies de estudio

2.6.1. *Tecoma stans* (Cholán)

Tecoma stans es una especie nativa de la ciudad de Quito, siendo así propio de los valles secos y abrigados de la serranía, tiene una importante utilización para la protección de taludes en las carreteras (Caicedo, 2014). Se distribuye desde Argentina hasta el sudeste de EEUU, en Ecuador se encuentra en las provincias

de Azuay, Cañar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua (Minga & Verdugo, 2015).



Figura 1. Plántula de Cholán

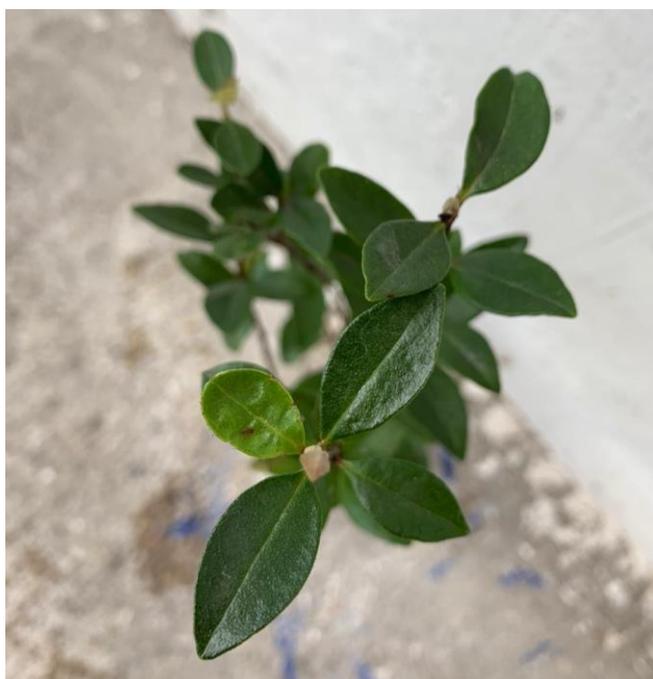


Figura 2. Hojas de Cholán



Figura 3. Árbol de Cholán

Tomado de (Secretaria del Ambiente, 2014).

A. Descripción botánica

El Cholán es un árbol que tiene un crecimiento lento, de aproximadamente hasta 1.8 metros al año, pero teniendo una longevidad mayor a 100 años; su madera es utilizada para leña, carbón, construcción rural y más, ya que la misma es de excelente calidad (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014).

Tecoma stans tiene hojas imparipinadas, teniendo entre 9 a 10 cm de largo; sus flores se encuentran agrupadas en racimos y son de color amarillo brillante y muy llamativas para las abejas; Su fruto son capsulas angostas las cuales al madurarse se tornan cafés y sueltan sus semillas que son dispersadas por el

viento; esta especie tiene un sistema de raíces agresivo lo cual quiere decir que crecen rápidamente (Guerra & Velasco, 2012).

B. Taxonomía

Tabla 2.

Taxonomía de Cholán

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Bignoniaceae
Género	<i>Tecoma</i>
Especie	<i>Tecoma stans</i> (L.)

Adaptada de (SEMARNAT, s.f.).

2.6.2. *Luma apiculata* (Arrayán)

Luma apiculata es un árbol nativo de la serranía del Ecuador, el mismo tiene una madera de muy buena calidad, rebrota de manera fácil luego de ser cortados y es utilizado para la agroforestería; además de sus propiedades medicinales (Jaramillo, 2013).



Figura 4. Plántula de Arrayán



Figura 5. Hojas de Arrayán



Figura 6. Árbol de Arrayán

Tomado de (Ballyrobert Gardens, s.f.)

A. Descripción botánica

El arrayán es un árbol o arbusto siempre verde que pueden llegar a tener una altura de 12 a 20 metros; contiene flores de color blanco teniendo como fruto una baya redondeada (Armesto, Rozzi, Miranda, & Sabag, 1987).

B. Taxonomía

Tabla 3.

Taxonomía del Arrayán

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Género	<i>Luma</i>
Especie	<i>Luma apiculata</i> (DC.) Burret

Adaptada de (Jara, Cárcamo, Palma, & Von Brand, 2013).

3. CAPITULO III. METODOLOGIA

Este trabajo de fin de carrera fue de tipo experimental, se realizó bajo condiciones controladas de invernadero. Se trabajó con dos especies forestales nativas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

3.1. Material de partida

Los individuos fueron comprados en un vivero de la parroquia de Nayón, se consideró la edad de las plántulas de *Tecoma stans* las cuales fueran de 5 meses y las plántulas de *Luma apiculata* fueran de 4 meses; y su tamaño promedio era de 29 cm y 61 cm respectivamente.

3.2. Elección de biocidas

Dentro de la gama de pesticidas que existen se eligió un insecticida y un herbicida. Ambos fueron elegidos por ser de uso común en las plantaciones de la provincia de Pichincha.

3.3. Preparación de soluciones

Para iniciar se debió leer la ficha técnica del insecticida y del herbicida para obtener la información de cuáles son las dosis utilizadas en las plantaciones.

Se utilizó la concentración comercial del pesticida correspondiente y además la mitad de la concentración de los mismos, ya que se asumió que por lo menos el 50% colocado en las plantaciones se perderá y llegará a los ecosistemas aledaños.

Para la preparación de las soluciones del insecticida (Chlorpyrifos – Cypermethrin) se partió de la concentración comercial (500 g/L), a partir de la cual se hizo una dilución al 50% del mismo. En el caso del herbicida (Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil) cuya concentración comercial es 276 g/L se realizó de la misma manera una dilución al 50%. Por lo tanto, para el tratamiento 1 se colocó 1 ml de insecticida y se aforo a 1000 mL con agua potable reposada por siete días; para el tratamiento 2 se colocó 0,5 mL de insecticida y se aforo a 1000 mL con agua potable reposada por siete días. En el caso del herbicida, para el tratamiento 3 se colocó 1mL del mismo y se aforo a 1000 mL de agua potable reposada por siete días; para el tratamiento 4 se colocó 0,5 mL del herbicida e igualmente se aforo a 1000 mL. Por último, para el tratamiento 5 se colocó 0,5 mL de insecticida, 0,5 mL de herbicida y se aforo a 100 mL con agua reposada.

Tabla 4.

Preparación de soluciones

	Insecticida (Chlorpyrifos Cypermethrin)	herbicida (Dicloruro – de 1,1'-dimetil-4,4'- bipiridil)
Concentración 1	0,00276 g/L (C1I)	0,005 g/L (C1H)

Concentración 2	0,00138 g/L (C2I)	0,0025 g/L (C2H)
Concentración 3	0,00139 g/L de insecticida + 0,0025 g/L de herbicida (C2I + C2H)	

3.4. Diseño experimental

Este trabajo de tipo experimental se realizó en plántulas de *Tecoma stans* y *Luma apiculata*. El sustrato tuvo una composición de 80% tierra negra, 10% abono y 10% cascajo, en fundas plásticas de 420 cm^3 . El riego fue realizado diariamente durante los dos meses de estudio con cada contaminante y con cada concentración determinada; se regó con un volumen de 20ml equitativamente, realizándolo directamente al sustrato de cada plántula y en sus respectivas hojas para que así la solución baje gravitatoriamente y a su vez penetre lo necesario en las hojas. Los individuos de estudio se mantuvieron bajo condiciones controladas, recibiendo luz 12 horas y 12 horas oscuridad, y encontrándose en temperatura ambiente de entre 15° a 20° centígrados.

Los individuos fueron distribuidos por tratamiento, los mimos fueron colocados por sectores con una prudente distancia entre ellos para que al momento de realizar el riego, la disolución no llegue a afectar a otro tratamiento.

3.4.1. Variables independientes

Tabla 5.

Variables independientes

Especie	Factor	Nivel	Tratamiento	Repeticiones
----------------	---------------	--------------	--------------------	---------------------

		C1I	T1	
	Insecticida			
		C2I	T2	
		C1H	T3	
<i>Tecoma</i>	Herbicida			
<i>stans</i>		C2H	T4	16
	Insecticida + Herbicida	C2I + C2H	T5	
	Agua potable reposo	7 días de	T0	
		C1I	T1	
	Insecticida			
		C2I	T2	
		C1H	T3	
<i>Luma</i>	Herbicida			
<i>apiculata</i>		C2H	T4	16
	Insecticida + Herbicida	C2I + C2H	T5	
	Agua potable reposo	7 días de	T0	

3.4.2. Variables dependientes

Las variables dependientes fueron medidas semanalmente para que el monitoreo de los efectos toxicológicos que las plántulas tuvieron por el uso del insecticida y el herbicida haya sido amplio y evolutivo.

Se tomaron en cuenta las siguientes variables de respuesta:

- **Altura del tallo**

El mismo fue medido con una regla desde la base del tallo, hasta la yema apical, en centímetros; una vez por semana durante dos meses.

- **Número de hojas**

Estas fueron contadas manualmente cada semana durante dos meses

- **Estado de las hojas**

Se determinó esta variable mediante una escala de 5 niveles, los cuales están representados en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Niveles de calificación para el estado de las hojas

Nivel	N1. Excelente	N2. Bueno	N3. Malo	N4. Pésimo	N5. Nulo
Característica	Hojas verdes y firmes	Menos del 50% de hojas amarillas y medianamente firmes	Más del 50% de hojas amarillas y la mayor parte débiles	Hojas cafés y débiles	No existencia de hojas

Valor	4	3	2	1	0
--------------	---	---	---	---	---

- **Sistema radicular**

El mismo fue medido al momento de la finalización del ensayo. Para el análisis se tomaron los siguientes parámetros:

- Cuantitativo

Se midió la raíz principal de ambas especies con una regla, en centímetros.

- Cualitativo

Se observaron las raíces y se las calificó en 3 diferentes niveles según la siguiente tabla:

Tabla 7.

Niveles de calificación para el estado de las raíces

Nivel	N1. Café	N3. Intermedio	N5. Gris
Característica	Raíces con color café orgánico	Raíces con color café más claro y seco	Raíces con color gris y secas
Valor	2	1	0

3.5. Análisis de resultados

Se utilizó el software estadístico Infostat, para realizar análisis de varianza paramétricos (ANOVAs) para realizar comparaciones de los efectos por los organismos de estudio con relación al testigo.

Se realizaron ANOVAS de: supervivencia, tamaño, número de hojas, estado foliar y sistema radicular (tamaño y estado de la raíz); comparando entre tratamientos, con el testigo y las especies estudiadas. Posteriormente se realizó un análisis de Tukey.

Previo a la realización de los ANOVAs se hizo una prueba de normalidad de Shapiro Wilks.

4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1. Crecimiento cholán (*Tecoma stans*)

Al analizar el crecimiento de *Tecoma stans* en todos los tratamientos hubo un crecimiento en las plántulas inicialmente, y se detuvo a partir de la cuarta semana de observación, excepto en el testigo (Figura 7). El testigo tuvo una media de crecimiento de 2.3 cm, los tratamientos 2 y 4 de 1.3 cm, el tratamiento 1 con 0.9 cm y finalmente los tratamientos 5 y 3 que presentaron una media de 0.8 cm de desarrollo a lo largo del experimento.

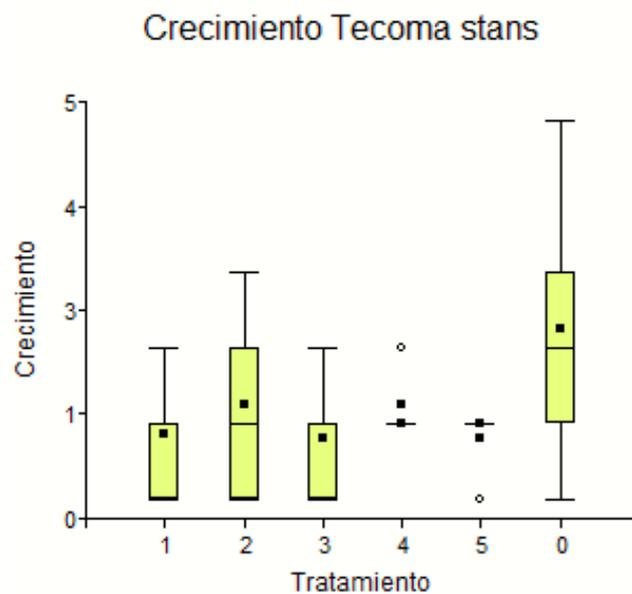


Figura 7: Crecimiento de *Tecoma stans*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

Tabla 8.

*Análisis de varianza del Crecimiento de *Tecoma stans**

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	p-valor
Modelo	24.21	5	4.84	7.31	<0.0001
Tratamiento	24.21	5	4.84	7.31	<0.0001
Error	59.63	90	0.66		
Total	83.83	95			

En el análisis de Tukey se observa una agrupación entre los tratamientos T1 a T5, los cuales distan del Testigo (T0) (Tabla 9).

Tabla 9.

Análisis de Tukey del Crecimiento de Tecoma stans

Tratamiento	Medias	n	E.E	
5	0.81	16	0.20	A
3	0.81	16	0.20	A
1	0.88	16	0.20	A
4	1.25	16	0.20	A
2	1.25	16	0.20	A
0	2.25	16	0.20	B

4.2. Porcentaje de pérdida de hojas de cholán (*Tecoma stans*)

El número de hojas mostró un notable decrecimiento en las plántulas de cholán en todos los tratamientos (Figura 8). El tratamiento 3 fue el que causó mayor efecto en relación con la pérdida de hojas, con un porcentaje de 78.6% de reducción de cantidad de hojas. Seguido del T4 con 66.5% luego en T5 (mezcla de los biocidas) con un 63%. Los tratamientos 1 y 2, que corresponden al insecticida tuvieron una reducción del 51.3% y 58.2% respectivamente. Lo que es significativamente mayor a la pérdida de 22.9% presentado por el testigo (T0).

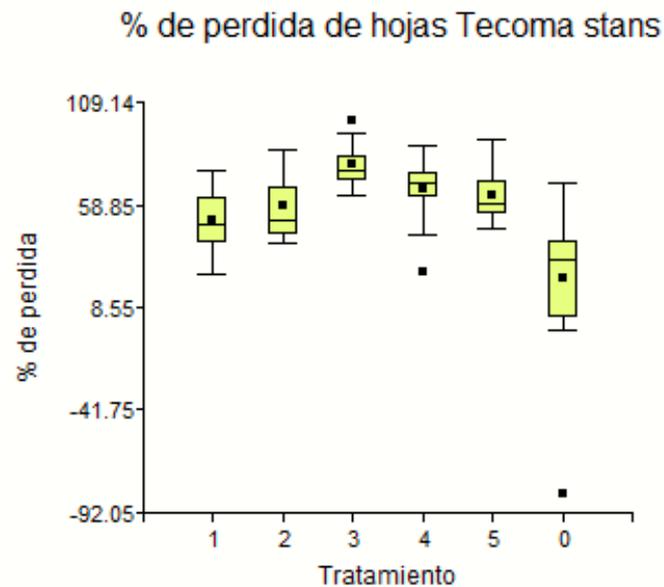


Figura 8: Porcentaje de pérdida de hojas de *Tecoma stans*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de las concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

En el análisis ANOVA se puede observar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de pérdida de hojas de las plántulas de cholán, con un p-valor de <0.0001 (Tabla 10). En la comparación de Tukey se observan tres grupos: la primera solamente el testigo (A), seguido de los tratamientos 1, 2, 5 y 4 (B) y por último un grupo con el tratamiento 3 (C), el que presenta mayor porcentaje de pérdida de hojas.

Tabla 10.

*Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de hojas de *Tecoma stans**

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	p-valor
Modelo	28672.50	5	5734.50	15.21	<0.0001
Tratamiento	28672.50	5	5734.50	15.21	<0.0001
Error	33931.54	90	377.02		
Total	62604.04	95			

Tabla 11.

Análisis de Tukey del porcentaje de pérdida de hojas de Tecoma stans

Tratamiento	Medias	n	E.E		
0	22.88	16	4.85	A	
1	51.37	16	4.85		B
2	58.26	16	4.85		B
5	62.99	16	4.85		B C
4	66.48	16	4.85		B C
3	78.65	16	4.85		C

4.3. Estado de las hojas cholán (*Tecoma stans*)

El análisis del estado de las hojas de las plántulas de cholán, se observa que en todos los tratamientos hubo una reducción en la condición del estado foliar, teniendo un rango entre 1.5 y 2 de calidad, lo cual quiere decir que se encuentran

en un estado pésimo y malo. En tanto que el testigo presento una calidad foliar excelente (3.87) (Figura 9).

Tabla 12.

Estado de las hojas de Tecoma stans, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

Tratamiento	0	1	2	3	4
1	0	0	16	0	0
2	0	1	15	0	0
3	0	2	14	0	0
4	0	4	12	0	0
5	0	6	10	0	0
0	0	0	0	0	16

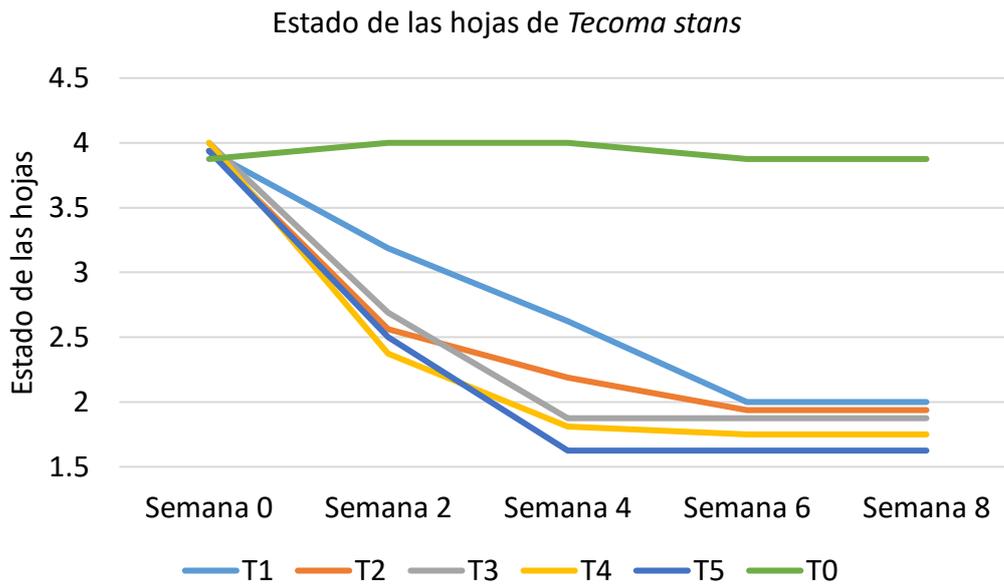


Figura 9: Estado de las hojas de *Tecoma stans*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

4.4. Longitud de la raíz cholán (*Tecoma stans*)

La longitud promedio de las raíces de las plántulas de cholán varía según la concentración del biocida al que fueron sometidas. El testigo obtuvo un promedio de 20.3 cm de longitud, en tanto que en el T1 el tamaño promedio fue de 16.7 cm de longitud (Figura 10). Existió una afectación en el crecimiento de la raíz, más no estadísticamente significativas, ya que las plántulas que fueron sometidas a concentraciones comerciales de los biocidas tuvieron menor tamaño en comparación a las expuestas a una concentración menor.

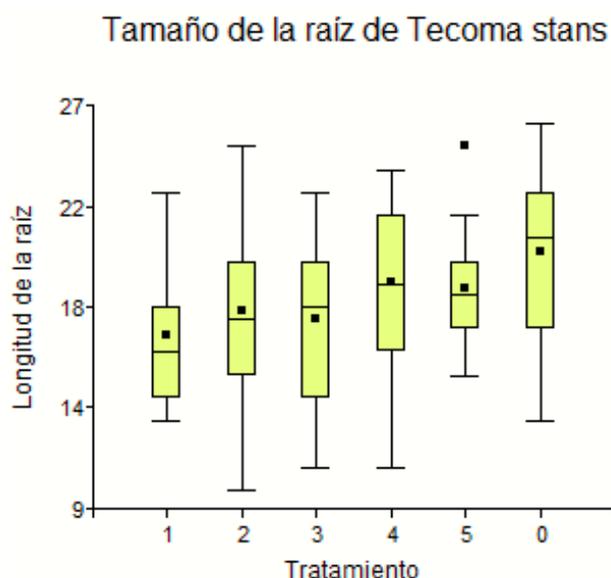


Figura 10: Longitud de la raíz de *Tecoma stans*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

En el análisis ANOVA se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas en la longitud de las raíces de las plántulas de cholán, con un p-valor de 0.0706 (Tabla 13). Por ende, en la comparación de Tukey no existen agrupaciones (Tabla 14).

Tabla 13.

*Análisis de varianza de la longitud de la raíz de *Tecoma stans**

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	p-valor
Modelo	0.39	5	0.08	2.12	0.0706

Tratamiento	0.39	5	0.08	2.12	0.0706
Error	3.36	90	0.04		
Total	3.75	95			

Tabla 14.

Análisis de Tukey de la longitud de la raíz de Tecoma stans

Tratamiento	Medias	n	E.E	
1	2.81	16	0.05	A
3	2.84	16	0.05	A
2	2.86	16	0.05	A
5	2.93	16	0.05	A
4	2.93	16	0.05	A
0	3.00	16	0.05	A

4.5. Estado de la raíz cholán (*Tecoma stans*)

Como se observa en la figura 11, el testigo fue el que presentó el mejor estado del sistema radicular con una calificación de 1.7, lo cual quiere decir que sus raíces tenían color café orgánico. T1 fue el peor calificado con 0.2, demostrando que sus raíces se encontraban de color grisáceo, seguido por T5 con una calidad promedio de 0.3.

Tabla 15.

Estado de la raíz de Tecoma stans, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

Tratamiento	0	1	2
1	5	7	4
2	6	8	3
3	4	10	2
4	4	8	4
5	10	6	0
0	0	3	13

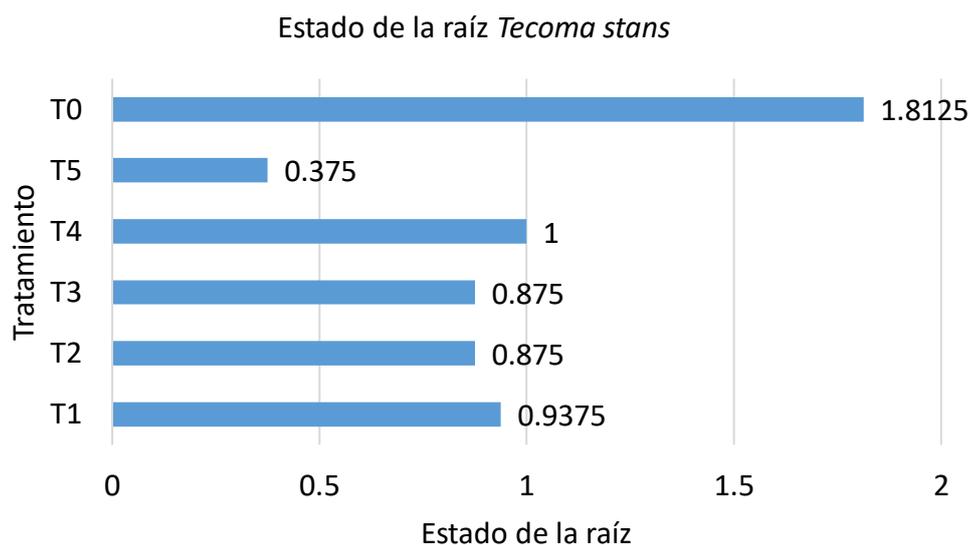


Figura 11: Estado de la raíz de Tecoma stans, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial,

el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

4.6. Crecimiento arrayán (*Luma apiculata*)

Durante el análisis del crecimiento de las plántulas de arrayán todos los tratamientos tuvieron crecimiento, aun que como se puede observar en la Figura 12, solamente el testigo continuó creciendo durante los dos meses de estudio. Los tratamientos T5 y T3 fueron los primeros en atenuar su crecimiento, teniendo una media de 4.3 cm y 5.1 respectivamente. Seguido por el tratamiento 1 con un promedio de 5.4 cm, T4 y T2 (mitad de la concentración del herbicida y del insecticida) obtuvieron una media de crecimiento de aproximadamente 6.9 cm y 7.8 cm correspondientemente. El testigo obtuvo una media de crecimiento de 11.5 cm.

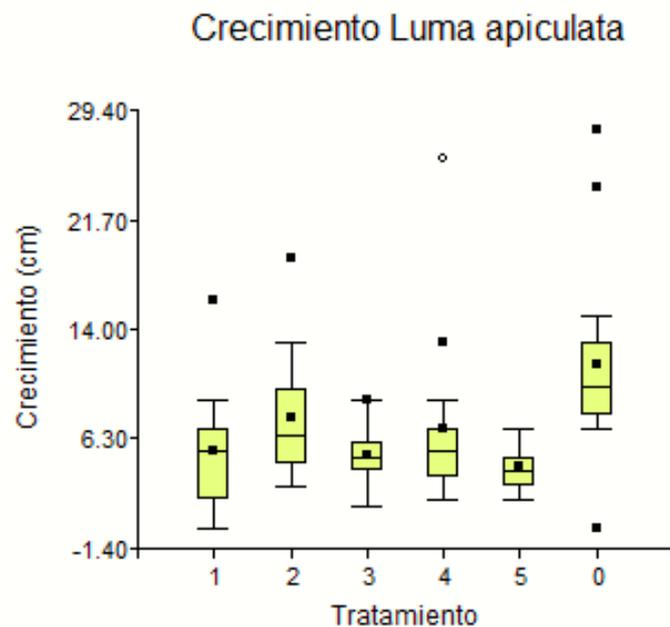


Figura 12: Crecimiento de *Luma apiculata*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto

del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

En el análisis de varianza se puede observar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la longitud del crecimiento de las plántulas de Arrayán entre los tratamientos, con un p-valor de 0.0002 (Tabla 16). En la comparación de Tukey los tratamientos fueron agrupados en dos grupos (A y B), encontrándose solamente en el grupo A los tratamientos 5, 3 y 1; en el grupo A y B los tratamientos 4 y 2; y por último, solamente en el grupo B el testigo, demostrándonos así que el T0 fue el de mayor crecimiento (Tabla 17).

Tabla 16.

Análisis de varianza del Crecimiento de Luma apiculata

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	p-valor
Modelo	544.18	5	108.84	5.53	0.0002
Tratamiento	544.18	5	108.84	5.53	0.0002
Error	1772.76	90	19.70		
Total	2316.93	95			

Tabla 17.

Análisis de Tukey del Crecimiento de Luma apiculata

Tratamiento	Medias	n	E.E	
5	4.31	16	1.11	A

3	5.09	16	1.11	A	
1	5.46	16	1.11	A	
4	6.97	16	1.11	A	B
2	7.81	16	1.11	A	B
0	11.50	16	1.11		B

4.7. Porcentaje de pérdida de hojas arrayán (*Luma apiculata*)

En la Figura 13 se observa que todos los tratamientos en algún punto del estudio perdieron hojas, pero solamente al testigo le volvieron a crecer hojas, por lo cual obtuvo un porcentaje negativo (-6.8%) de pérdida de hojas. El tratamiento 5 obtuvo un resultado de 95.19% de pérdida de hojas nos demuestra que la mezcla entre el insecticida y el herbicida afectó considerablemente a las hojas de las plántulas de Arrayán. Le siguen T1 y T3 con porcentajes de 90.6% y 91.1% respectivamente, T4 con 82.7% y finalmente T2 con 87.7%.

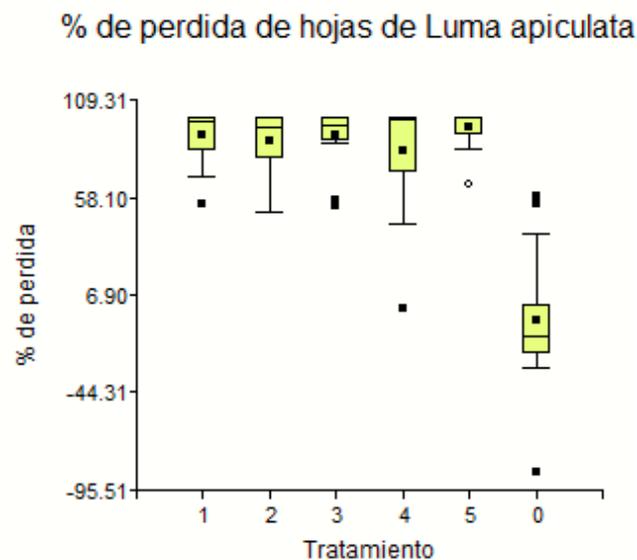


Figura 13: Porcentaje de pérdida de hojas de *Luma apiculata*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida

en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

En el análisis de varianza demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas respecto al porcentaje de pérdida de hojas de las plántulas de Arrayán, con un p-valor de <0.0001 . Al observar la prueba de Tukey los tratamientos se separaron en dos grupos (A y B), donde en el grupo A solamente se encontró el testigo, demostrándonos que existe una gran diferencia entre lo obtenido por el mismo comparado con los tratamientos (T1, T2, T3, T4 y T5).

Tabla 18.

Análisis de varianza de la pérdida de hojas de Luma apiculata

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	p-valor
Modelo	125079.64	5	25015.93	54.59	<0.0001
Tratamiento	125079.64	5	25015.93	54.59	<0.0001
Error	41245.50	90	458.28		
Total	166325.14	95			

Tabla 19.

Análisis de Tukey de la pérdida de hojas de Luma apiculata

Tratamiento	Medias	n	E.E
--------------------	---------------	----------	------------

0	-6.86	16	5.35	A
4	82.69	16	5.35	B
2	87.69	16	5.35	B
1	90.62	16	5.35	B
3	91.05	16	5.35	B
5	95.19	16	5.35	B

4.8. Estado de las hojas arrayán (*Luma apiculata*)

La diferencia entre el testigo y los tratamientos con respecto al estado de las hojas considerable; teniendo el testigo un promedio de 3.87 lo cual quiere decir que sus hojas se encontraban verdes y firmes ya que su valor es cercano a 4, la mayor calificación (Figura 14). Mientras que los tratamientos se encuentran por debajo del 1 demostrándonos que la mayor parte de las plántulas de Arrayán perdieron sus hojas y si es que las tenían la calidad de las mismas eran pésimas, es decir, hojas cafés, secas y débiles.

Tabla 20.

Estado de las hojas de Luma apiculata, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

Tratamiento	0	1	2	3	4
1	8	8	0	0	0
2	6	10	0	0	0
3	8	8	0	0	0
4	8	8	0	0	0
5	11	5	0	0	0
0	0	0	0	2	14

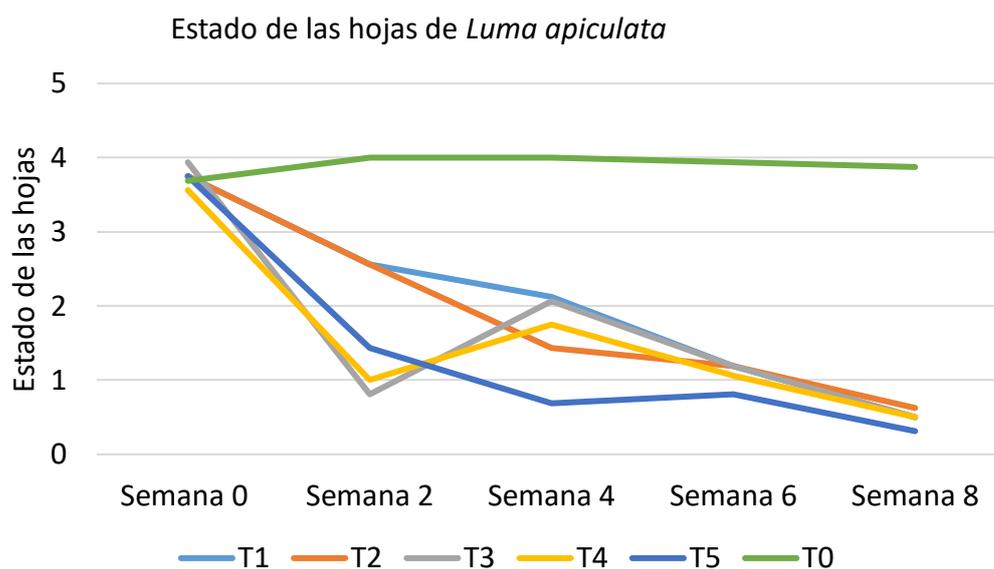


Figura 14: Estado de las hojas de *Luma apiculata*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de las concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

4.9. Longitud de la raíz arrayán (*Luma apiculata*)

En la figura 15, se observa como la longitud de la raíz de las plántulas de Arrayán varían según el tratamiento al que fueron sometidas. El testigo obtuvo un promedio de 20.37 cm de longitud, siendo el mismo el que tuvo las raíces más

extensas comparada con los tratamientos. El tratamiento 1 (T1) obtuvo el menor valor con 16.75 cm de longitud promedio. Como se ve en la figura, existe una afectación notable en el crecimiento de la raíz ya que las plántulas que fueron sometidas a concentraciones comerciales de los biocidas fueron las que tuvieron menor valor en el tamaño de las raíces.

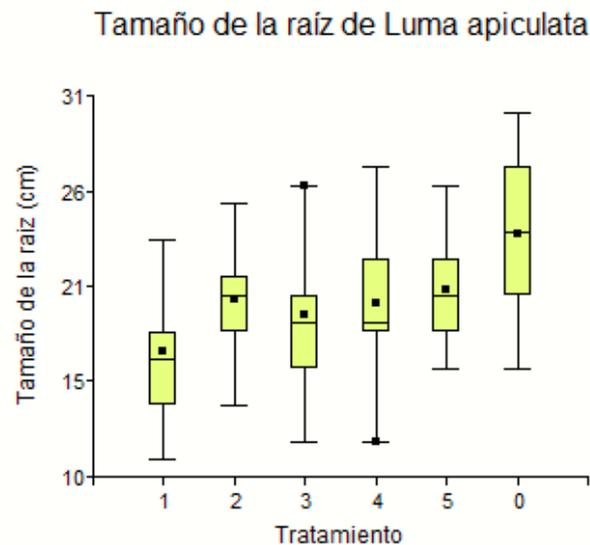


Figura 15: Longitud de la raíz de *Luma apiculata*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de las concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

El ANOVA demuestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la longitud de la raíz de las plántulas de Arrayán, con un p-valor de 0.0003. En la prueba de Tukey se obtuvieron tres grupos (A, B y C). El tratamiento 1 (T1), el cual corresponde a la concentración comercial del insecticida, se encuentra en el grupo A y el testigo en el grupo C demostrándonos que existe una diferencia importante entre los mismos.

Tabla 21.

Análisis de varianza de la longitud de la raíz de Luma apiculata

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	p-valor
Modelo	0.93	5	0.19	5.31	0.0003
Tratamiento	0.93	5	0.19	5.31	0.0003
Error	3.14	90	0.03		
Total	4.06	95			

Tabla 22.

Análisis de Tukey de la longitud de la raíz de Luma apiculata

Tratamiento	Medias	n	E.E			
1	2.81	16	0.05	A		
3	2.92	16	0.05	A	B	
4	2.95	16	0.05	A	B	C
2	2.98	16	0.05	A	B	C
5	3.00	16	0.05		B	C
0	3.13	16	0.05			C

4.10. Estado de la raíz arrayán (*Luma apiculata*)

El tratamiento 5 obtuvo un valor de 0.4 (Figura 15) lo cual es bastante cercano a 0 queriendo decir así, que la gran parte de sus raíces se encontraban grisáceas y secas; en cambio, el testigo fue calificado con un valor de 1.8 siendo el más cercano a la mayor calificación (2) demostrando así que las raíces tenían un aspecto café orgánico y se encontraban en buen estado de funcionalidad.

Tabla 23.

Estado de la raíz de Luma apiculata, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de la concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

Tratamiento	0	1	2
1	13	3	0
2	3	10	3
3	9	7	0
4	5	7	4
5	12	4	0
0	0	12	4

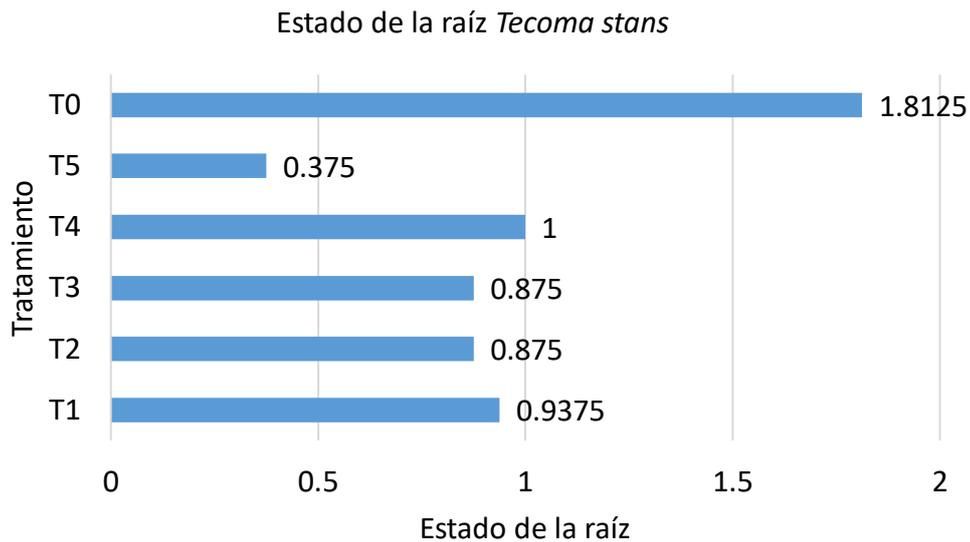


Figura 15: Estado de la raíz de *Luma apiculata*, siendo el tratamiento 1 el insecticida en concentración comercial, el tratamiento 2 el insecticida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 3 el herbicida en concentración comercial, el tratamiento 4 el herbicida a la mitad de la concentración comercial, el tratamiento 5 la mezcla de la mitad de las concentraciones comerciales tanto del herbicida como del insecticida, y por último, el tratamiento 0 que corresponde al testigo.

5. CAPITULO V. DISCUSION

En el crecimiento de las plántulas de cholán y arrayán sometidas a los biocidas se ralentizó a partir de la cuarta semana, lo que corresponde a una respuesta toxicológica (García, 1997). No existió mucha diferencia entre las especies con respecto al crecimiento, ya que ambas son de lento desarrollo, esto sucede ya que los biocidas penetran en la plántula y tienen una forma de actuar ralentizando su desarrollo; los insecticidas son reguladores de crecimiento (Barros, 2002) y los herbicidas causan detenimiento del crecimiento (Ulzurrun, 2013).

Las plántulas de *Tecoma stans* y *Luma apiculata* que fueron sometidas tanto al insecticida como al herbicida y a la combinación de los mismos, sufrieron pérdida de sus hojas, lo cual según Montico & Di Leo (2015) se debe a que las hojas absorben el 25% del biocida colocado, lo cual provoca una reducción en el brote de nuevas hojas y además las debilita hasta que se caen.

Gracias a la clasificación de Ulzurrun (2013) sobre el modo de actuar de los herbicidas, el cual consiste en inhibir la enzima acetolactato, inhibir de biosíntesis de carotenoides e inhibición de la síntesis de lípidos aceptamos nuestros resultados; ya que las plántulas de ambas especies que fueron sometidas a este biocida (T3, T4 y T5) sufrieron cambios físicos, como: cambiando el color de las hojas de verdes a rojizas, bajo crecimiento y grosor en el sistema radicular y detención del crecimiento de las mismas.

A pesar de que se presentó un crecimiento significativo en el tamaño de las raíces en las plántulas de cholán, en el tratamiento combinado de biocidas (T5) hubo una notable afectación en lo que se refiere a la calidad del sistema radicular. Esto podría indicar que a mediano o largo plazo los problemas de absorción de nutrientes van a convertirse en un problema mayor para el desarrollo de la planta (Forero, Rodríguez, & Fuentes, 2004).

El estudio realizado por (Forero et al., 2004) donde se utilizaron plantas indicadoras para el detectar residuos de glifosato demuestra que no existen efecto toxicológicos en las plántulas de lechuga, pepino, tomate, coliflor y brócoli; lo cual difiere en lo obtenido en este ensayo, ya que el herbicida si muestra afectaciones en el desarrollo de las especies de arrayán y cholán, lo cual puede ser por que las especies nativas utilizadas son más sensibles y no están acostumbradas a la exposición de biocidas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El presente estudio demostró que los biocidas, Chlorpyrifos - Cypermethrin y Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil afectan negativamente el desarrollo plántulas de arrayán y cholán.

Los efectos toxicológicos mostrados por Chlorpyrifos – Cypermethrin y del Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil fueron reducción de la cantidad y calidad del sistema foliar, reducción en el tamaño y vigor del sistema radicular y ralentización del crecimiento del tallo, esto para las dos especies analizadas

Con relación a la pérdida de hojas, las plántulas de arrayán se vieron mayormente afectadas, perdiendo casi en su totalidad sus hojas; en cambio, las plántulas de cholán no se quedaron sin hojas, aunque sí tuvieron una amplia pérdida de las mismas.

Con respecto al desarrollo de las plántulas, las plántulas de arrayán que fueron tratadas por los biocidas tuvieron un crecimiento muy bajo comparado con su testigo; las plántulas de cholán, al ser de lento crecimiento, también tuvieron diferencias con el testigo, pero no tan amplias como las plántulas de arrayán.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda que para este tipo de estudios se tenga un mayor lapso de tiempo, para así poder obtener resultados más significativos en las diferentes especies.

Se recomienda utilizar diferentes tipos de insecticidas y herbicidas, que tengan diferentes composiciones para poder observar la diferencia entre los mismos.

Se recomienda utilizar mayor variedad de especies nativas.

Se recomienda realizar estudios de bioacumulación de herbicidas para poder entender la protección que muestran las plantas frente al estrés.

REFERENCIAS

- Armesto, J. J., Rozzi, R., Miranda, P., & Sabag, C. (1987). Plant/frugivore interactions in South American temperate forests. *Revista Chilena de Historia Natural*, 60(November 1986), 321–336. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.5753&rep=rep1&type=pdf>
- Ballyrobert Gardens. (n.d.). Luma apiculata. Retrieved from <https://www.ballyrobertgardens.com/products/luma-apiculata>
- Barros, S. B. de M. (2002). Toxicología. *Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas*, 38(4), 500–500. <https://doi.org/10.1590/s1516-93322002000400015>
- Bartual, J., & Berenguer, J. (1983). NTP 143 : Pesticidas : clasificación y riesgos principales. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España*, 4. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_143.pdf
- Beckert, M., & Dessauz, Y. (2016). *Efects of Herbicide - Tolerant Crop Cultivation*.
- Bedmar, F. (2006). Informe especial plaguicidas agrícolas. *The Journal of Agricultural Science*, 21(doi:10.1017/S0021859605005708.), 144, pp 31-43. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el ecuador*.
- Breilh, J., Marco, C., Orlando, F., Francisco, H., Larrea, M. de L., Sánchez, D.,

- ... Yassi, A. (2009). *Consolidación del estudio sobre la relación entre impactos ambientales de la floricultura , patrones de exposición y consecuencias en comunidades de la cuenca del Granobles*. 110.
- Burger, M., & Fernández, S. (2004). Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. *Rev. Méd. Urug*, 202–207.
- Caicedo, M. (2014). *Diseño De Una Guía Interpretativa De Especies Útiles De Flora Del Jardín Botánico La Liria, Ambato, Tungurahua*. 147. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3034/1/T-UCE-0004-25.pdf>
- CONQUITO. (n.d.). *Quito siembra: Agricultura Urbana*.
- Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372–387.
- Delgado, L. (2013). Evaluación de la presencia de especies nativas, endémicas e introducidas en remanentes alrededor de la ciudad de Quito. *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Minat Ibu Terhadap Penggunaan Alat Kontrasepsi Implant Di Puskesmas Ome Kota Tidore Kepulauan*, 84, 487–492. Retrieved from <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>
- Devine, G., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica*, 25(1), 74–100. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2008.251.1241>
- FAO. (2014). *Plan de acción mundial para la conservación, la utilización sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos forestales*. 34. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=hOlujwEACAAJ>
- FAO, & RUAFA. (2018). Evaluación y planificación del sistema agroalimentario: Quito-Región Ecuador. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*, 4.

- Ferrari, L. (2015). La Ecotoxicología Aplicada a La Evaluación De La Contaminación De Los Ríos: El Caso Del Río Reconquista. *Ciencia E Investigación*, 2, 17–35. Retrieved from <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/RevistasCel/tomo65-2/3-Ferrari-cei65-2-3.pdf>
- Ferrer, A. (2003). Intoxicación por plaguicidas. *Anales Del Sistema Sanitario de Navarra*, 26(SUPPL. 1), 155–171. <https://doi.org/10.4321/s1137-66272003000200009>
- FONAG. (2009). Plan De Manejo Integrado De Los Recursos Hídricos En La Cuenca Alta Del Río Guayllabamba. *BID Banco Interamericano de Desarrollo Económico y FONAG Fondo Para La Protección Del Agua.*, <http://www.fonag.org.ec/aguafondo/pmrhg050110.pdf>.
- Forero, C., Rodriguez, E., & Fuentes, C. (2004). *Detección de residuos biodisponibles de glifosato en aguas y suelos : Optimización de una técnica de bioensayo con plantas indicadoras.*
- Gao, Y., Kim, M. J., Kim, J. H., Jeong, I. H., Clark, J. M., & Lee, S. H. (2020). Transcriptomic identification and characterization of genes responding to sublethal doses of three different insecticides in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 167(May). <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104596>
- Garcia, C., & Durga, G. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 41–49.
- García, J. E. (1997). *Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente.* Retrieved from http://www.mag.go.cr/rev_mes0/v08n01_120.pdf
- Guerra, Z. E., & Velasco, A. (2012). *Evaluación del crecimiento inicial de la Tara (Caesalpinia spinosa M. &K), Molle (Shinus molle L.) y Cholan (Tecoma stans L.) aplicando retenedores de agua, en Priorato –Imbabura, periodo 2011 -2012.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Guitart, R. (2009). *Tóxicos, los enemigos de la vida.* 9–13.

- Horgan, F. G., Felix, M. I., Portalanza, D. E., Sánchez, L., Moya Rios, W. M., Farah, S. E., ... Espin, E. B. (2014). Responses by farmers to the apple snail invasion of Ecuador's rice fields and attitudes toward predatory snail kites. *Crop Protection*, 62, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.04.019>
- IARC. (2014). *INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for IARC Monographs during 2010 – 2014*. (June 2008), 1–25.
- INEC. (2015). *Información ambiental en la agricultura 2015*.
- INEC. (2016a). Información Ambiental en la Agricultura 2016. *Información Ambiental En La Agricultura*, 1–34. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf
- INEC. (2016b). *Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura*.
- INIAP. (2014). *Uso racional de plaguicidas, Estación Experimental Portoviejo*. Retrieved from http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/handle/41000/1253/INIAP_bolet%EDn_divulgativo_401.pdf;jsessionid=D1007D5AB572344C64E459A02A674197?sequence=1
- Introini, V. (2017). *Enfermedades vectoriales y uso de plaguicidas, Salud Ambiental. Información y estrategias para la gestión ecológicamente racional de plaguicidas de Uso sanitario. Departamento de Salud Ambiental. Buenos Aires, Argentina*.
- Jara, P., Cárcamo, P., Palma, C., & Von Brand, E. (2013). Morfología del cariotipo de *Luma apiculata* (DC.) Burret (Myrtaceae). *Gayana - Botanica*, 70(2), 395–397. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432013000200017>

Jaramillo, K. (2013). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Carrera de Ingeniería Agronómica EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA MICROPROPAGACIÓN DE ARRAYÁN (Myrcianthes hallii) (O . Berg) Mc Vaugh . QUITO , KARLA VERÓNICA JARAMILLO JIMÉNEZ QUI.*

Jusidman, C. (2014). El derecho a la alimentación como derecho humano. *Salud Publica de Mexico*, 56(Supp 1), 1–6. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342014000700013&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=96928744&lang=es&site=ehost-live

Kopplin, M. (2001). Toxicología Ambiental. *The University of Arizona*. Retrieved from <http://toxamb.pharmacy.arizona.edu/c2-3-4-2.html>

Mena, P. (2005). *La biodiversidad Ecuador*. 16. Retrieved from <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49907.pdf>

Minga, D., & Verdugo, A. (2015). Árboles y arbustos de Cuenca. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ministerio de Agricultura de Colombia. (2015). *Censo Nacional Agropecuario, Inventario agropecuario en las unidades de producción agropecuaria (UPA)*.

Ministerio del Ambiente. (2012). Especies forestales, Bosques secos de Ecuador. *Bosques Secos En Ecuador y Su Diversidad*, 162–187. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>

Ministerio del Ambiente, M. (2013). *Uso del suelo en Ecuador*.

Montico, S., & Di Leo, N. (2015). *Riesgo ambiental por pesticidas en una cuenca del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina*. 31(2), 165–172.

- Moya, A. (2013). *La Sierra Atlas Alimentario de los Pueblos Indígenas y Afrodescendientes del Ecuador*.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). *Los Árboles Patrimoniales de Quito*. Retrieved from www.quitoambiente.gob.ec
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, D. (2013). *Eje Económico*.
- Naeem, S., Costanza, R., Ehrlich, P., Golley, F., Hooper, D., Lawton, J. H., ... Tilmam, D. (1999). Invasiones biológicas: Causas, epidemiología , consecuencias globales y control. *Tópicos En Ecología*, 5, 22.
- Naranjo, L., Chaves, R., Salazar, D., Orejuela, D., Cuichán, M., Suárez, M., & Villafuerte, W. (2012). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2012 Dirección responsable de la información estadística y contenidos: DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS. *Inec*. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf
- ONU. (2009). *Glosario de agricultura organica*.
- Patiño, G. (2012). *COMPOSICIÓN Y DINÁMICA DE LOS AGROSISTEMAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO EN LOS ÚLTIMOS TREINTA AÑOS Y POSIBLES INTERRELACIONES CON LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL*. 16(2), 48–68.
- Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. In *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la agricultura FAO*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Roldán, E. (2016). Introducción a la Toxicología. In *Introducción a la toxicología*. Retrieved from <https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Toxico-ago18.pdf>
- Ronco, A., Díaz, M., & Granados, Y. (n.d.). *Libro de Agua. Capítulo 1: Conceptos*

Generales.

- Ronco, A. E. (2004). *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas*.
- Schaaf, A. A. (2015). Valoración de impacto ambiental por pesticidas agrícolas. *Observatorio Medioambiental*, 18(0), 87–96. https://doi.org/10.5209/rev_obmd.2015.v18.51283
- Secretaria del Ambiente. (2014). Tecoma stans. Retrieved from http://www.quitoambiente.gob.ec/arboles/index.php/arbol/item/?arbol_id=388
- SEMARNAT. (n.d.). Tecoma stans. *Nova Genera et Species Plantarum*, 20(8), 55–57.
- Souza, J. (2012). *La problemática del uso de plaguicidas en Argentina. Modelos productivos e impacto en el ambiente*. 1–7.
- Ulzurrun, P. D. de. (2013). Modos de acción herbicida. *Red de Conocimiento de Malezas Resistentes*, 5342, 127.
- Waliszewski, S. M., Caba, M., Gomez-arroyo, S., Villalobos-pietrini, R., Martinez, A., & Valencia-quintana, R. (2013). *Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina*. 29, 121–131.
- Wania, F., & Mackay, D. (1999). The evolution of mass balance models of persistent organic pollutant fate in the environment. *Environmental Pollution*, 100(1–3), 223–240. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00093-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00093-7)
- Wong, S., & Ludeña, C. (2006). Caracterización de la Agricultura Familiar en Ecuador. *Banco Interoamericano Para El Desarrollo*, 1, 78. Retrieved from http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/desrural/fao-bid/tlc/pdf/ideecu.pdf
- Zárate, M. A. (2015). Agricultura urbana, condición para el desarrollo sostenible

y la mejora del paisaje. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 35(2), 167–194. <https://doi.org/10.5209/rev-AGUC.2015.v35.n2.50119>

ANEXOS

Anexo 1. Plántulas de Arrayán, testigo.



Anexo 2. Plántulas de Cholán, testigo.



Anexo 3. Plántulas de Arrayán sometidas a la concentración comercial del insecticida (T1).



Anexo 4. Plántulas de Cholán sometidas a la concentración comercial del insecticida (T1)



Anexo 5. Plántulas de Arrayán sometidas a la mitad de la concentración comercial del insecticida (T2).



Anexo 6. Plántulas de Cholán sometidas a la mitad de la concentración comercial del insecticida (T2).



Anexo 6. Plántulas de Arrayán sometidas a la concentración comercial del herbicida (T3).



Anexo 7. Plántulas de Cholán sometidas a la concentración comercial del herbicida (T3).



Anexo 9. Plántulas de Arrayán sometidas a la mitad de la concentración comercial del herbicida (T4).



Anexo 10. Plántulas de Cholán sometidas a la mitad de la concentración comercial del herbicida (T4).



Anexo 11. Plántulas de Arrayán sometidas a la mitad de la concentración comercial del insecticida más la mitad de la concentración comercial del herbicida (T5).



Anexo 12. Plántulas de Cholán sometidas a la mitad de la concentración comercial del insecticida más la mitad de la concentración comercial del herbicida (T5).



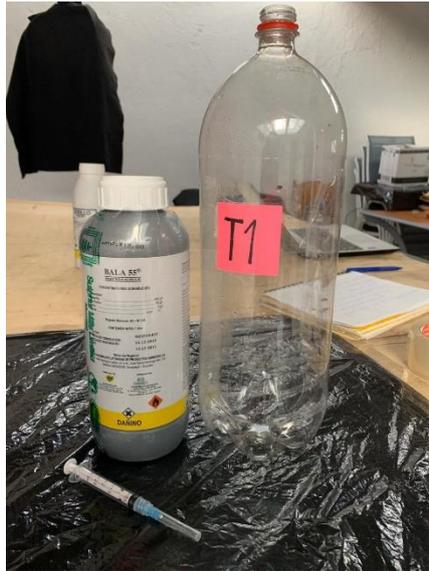
Anexo 13. Deformación producida en las plántulas de Cholán sometidas al tratamiento 5 (T5).



Anexo 14. Primeras afectaciones producidas por los biocidas en las plántulas de Arrayán.



Anexo 15. Material utilizado para realizar la mezcla para el tratamiento 1 (T1).



Anexo 16. Material de regado y plántulas del tratamiento 1 (T1)



Anexo 17. Material utilizado para realizar el estudio.



Anexo 18. Raíces de las plántulas de arrayán (T1)



Anexo 19. Raíces de las plántulas de cholán (T2)

