



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Práctico del Examen de Grado de carácter complejo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca
(*Tectona grandis*) en el crecimiento de algunas especies vegetales.

AUTOR:

Brayan Ricardo Macias Ortega

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El presente estudio de caso se centra en el estudio la teca (*Tectona grandis L.T.*), es una especie forestal de importancia económica para muchos países a nivel mundial. Su madera es muy apreciada y demandada por la calidad de esta. La madera de teca destaca por sus propiedades cuando se usa para fabricar productos que se colocan en exterior, especialmente por su durabilidad natural. Actualmente es una de las maderas tropicales más conocidas en el mercado y entre sus múltiples usos destacan la construcción naval y el mobiliario de exterior y de lujo. El tipo de investigación que se aplicó es la exploratoria a través de la investigación bibliográfica que es la etapa de la investigación científica donde se explora la producción de la comunidad académica sobre un tema abordado que nos permitió determinar el efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca en el crecimiento de algunas especies vegetales, en el reino vegetal podremos categorizar las plantas en diferentes grupos en función de sus células, tejidos conductores, presencia o ausencia de flores y semillas, etc.. La alelopatía se define como la influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta. Unas variedades de agentes alelopáticos son sintetizados y almacenados en diferentes células de la planta ya sea en forma libre o conjugada con otras moléculas y son liberados en el entorno en respuesta a diferentes stresses bióticos y abióticos. se determinó que el extracto de teca provocó inhibiciones en los cultivos de quimbombó, pepino, rábano y frijol. Se presentó efecto estimulante del extracto de teca sobre la germinación del ají.

Palabras Claves

Teca, alelopatía, especie vegetal

SUMMARY

This case study focuses on the study of teak (*Tectona grandis* L.T.), it is a forest species of economic importance for many countries worldwide. Its wood is highly appreciated and demanded for its quality. Teak wood stands out for its properties when used to manufacture products that are placed outdoors, especially for its natural durability. It is currently one of the best-known tropical woods on the market and its many uses include shipbuilding and outdoor and luxury furniture. The type of research that was applied is exploratory through bibliographic research, which is the stage of scientific research where the production of the academic community is explored on a topic addressed that allowed us to determine the effect of allelopathic substances that cause plantations. of teak in the growth of some plant species, in the plant kingdom we can categorize plants into different groups based on their cells, conductive tissues, presence or absence of flowers and seeds, etc. Allelopathy is defined as the direct influence of a chemical compound released by one plant upon the development and growth of another plant. A variety of allelopathic agents are synthesized and stored in different plant cells either in free form or conjugated with other molecules and are released into the environment in response to different biotic and abiotic stresses. it was determined that the teak extract caused inhibitions in okra, cucumber, radish and bean crops. There was a stimulating effect of teak extract on pepper germination.

Keywords

Teak, allelopathy, Plant species

INDICES GENERAL

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1 DEFINICIÓN DEL TEMA.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo general:.....	4
1.4.2 Objetivo específico:.....	4
1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.5.1 Origen de la Teca	4
1.5.2 Alelopatía.....	7
1.6 HIPÓTESIS	12
1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	13
2 CAPÍTULO II	14
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.1 DESARROLLO DEL CASO.....	14
2.2 SITUACIONES DETECTADAS (HALLAZGO).....	14
2.3 SOLUCIONES PLANTEADAS.....	15
2.4 CONCLUSIONES	17
2.5 RECOMENDACIONES	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

INTRODUCCIÓN

La Teca (*Tectona grandis*) es una especie que provee una de las maderas más apreciadas y deseadas a nivel mundial, debido a los usos que tiene y a las características únicas en cuanto a color y durabilidad, cumpliendo así exigencias en cuanto a estándares y características de alta calidad de sus derivados.

El cultivo de teca ha tomado gran importancia en Ecuador, debido a las excelentes condiciones locales para la explotación de esta, y por ser ésta una especie maderable muy apetecida en los mercados nacional e internacional (Escobar Arana 2021).

La teca es originaria del sudeste de Asia, de India, de Camboya, de Laos y de Vietnam, donde puede alcanzar alturas de hasta 40 metros. Actualmente también se encuentran plantaciones en áreas tropicales en África y en América Latina, donde los árboles crecen más rápido que en su lugar de origen, lo que disminuye los turnos de corta y hace que su aprovechamiento sea cada día más interesante (Madera 2017).

La teca es una de las principales maderas frondosas, que existen en el mundo, conocida por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad. Si bien no tiene gran importancia desde el punto de vista de la producción mundial de madera, por su solidez y sus cualidades estéticas es la madera tropical más solicitada para un mercado específico de aplicaciones suntuarias como la fabricación de muebles y barcos y de componentes decorativos para la construcción (Cedeño 2007).

El término **alelopatía** (del griego *allelon* = uno al otro, del griego *pathos* = sufrir; efecto injurioso de uno sobre otro) fué utilizado por primera vez por Molisch (1937) para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son ya sea directa o indirectamente el resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra (Blanco 2006).

De acuerdo con Samprieto (2022), todo fenómeno alelopático existe una planta (donador) que libera al medio ambiente compuestos químicos y otra planta (receptora) que provocan un efecto perjudicial o beneficioso sobre la germinación, crecimiento o desarrollo de esta última.

La alelopatía produce sustancias químicas que repelen a otras plantas, estudia las interrelaciones entre plantas, mediante las relaciones de regulación o repulsión entre ellas y otros organismos (Maldonado Vera y Encalada Ríos 2008).

Por medio de esta investigación se va a fundamentar sobre los efectos de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en el crecimiento de algunas especies vegetales, para lo cual se desarrollará la investigación bibliográfica que es la etapa de la investigación científica donde se explora la producción de la comunidad académica sobre un tema determinado. Entre los métodos que aplicaremos son: deductivo, descriptivo y documental.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del Tema

El tema de investigación escogido para el proceso de titulación y optar por el título de Ingeniero Agropecuario es:

Efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en el crecimiento de algunas especies vegetales.

1.2 Planteamiento del Problema

La alelopatía es un fenómeno biológico que se lleva a cabo mediante mecanismos de interacciones químicas, en los cuales plantas, algas, bacterias y hongos producen una o más biomoléculas llamadas “sustancias aleloquímicas” que afectan el crecimiento, el desarrollo, la sobrevivencia y/o reproducción de otro organismo.

Generalmente, la alelopatía incluye la interacción de un donador y un receptor (u organismo objetivo), generando un efecto benéfico (estímulo) y uno perjudicial (inhibición), ambos efectos pueden manifestarse en la misma especie según la concentración de sustancias aleloquímicas o la densidad (Herrera 2021)

La teca en Ecuador, al ser una especie exótica, se podría clasificar como una planta invasora, ya que no tiene controladores biológicos ni otras especies con quien competir. Es así como va tomando y ocupando más tierra y el agua disponible. Por tanto, este árbol debe considerarse como una amenaza a los ecosistemas nativos del país (Escobar Arana 2021).

1.3 Justificación

La Teca (*Tectona Grandis*) es uno de los árboles más finos y nobles. Sus características la convierten en una de las maderas más apetecidas del mundo debido a su color y larga durabilidad.

Las sustancias alelopáticas, si están presentes en las variedades de las especies cultivadas, pueden reducir la necesidad del manejo de malezas, especialmente el uso de herbicidas. La alelopatía por sí sola no puede ser una perfecta tecnología de manejo de malezas, pero puede ser una herramienta suplementaria para el control de malezas.

El presente trabajo de investigación, a través de la sistematización bibliográfica permite sintetizar sobre los efectos que causan las plantaciones de teca por medio de las sustancias alelopáticas en diversos cultivos de especies vegetales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Determinar el efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en el crecimiento de algunas especies vegetales.

1.4.2 Objetivo específico:

- Identificar las sustancias alelopáticas provenientes de la teca, que causan efecto en el crecimiento de algunas especies vegetales.
- Describir el efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca, en el crecimiento de algunas especies vegetales.

1.5 Fundamentación Teórica

1.5.1 Origen de la Teca

La teca (*Tectona grandis L.f.*) pertenece a la familia Verbenaceae y es originaria del sureste asiático. Su madera es altamente valorada por sus características tecnológicas y belleza, considerándose de primera clase. Combina cualidades como dureza, durabilidad y resistencia al ataque de termitas. Se utiliza para la construcción de puentes, marinas, yates, muebles, carpintería

en general, enchapados y contraenchapados, madera para parque, postes y duela utilizados en la fabricación de barriles (Abdelnour Esquivel y Muñoz 2015).

Todas las especies que hoy en día se cultivan de alguna u otra manera tienen sus orígenes de dispersión y desarrollo natural, en muchos de los casos estos orígenes se remontan en bosques naturales; por ejemplo, este es al caso de la teca, originaria del sudeste de Asia, India, Camboya, Laos y Vietnam, cuyos individuos son de gran envergadura alcanzando hasta 40 metros de altura (Agropedia 2021).

La teca (*Tectona grandis*) es una de las más valiosas maderas existentes en el mundo cuyo origen se encuentra en el sudeste asiático, en países como Birmania, Tailandia, Camboya, Vietnam o Indonesia; en el cual existe desde mediados del sXX una corporación dedicada solamente a la gestión de este recurso, se encuentran plantaciones en más de 70 países tropicales a lo largo del mundo, incluyendo África y América Latina, este tipo de plantaciones controladas contribuyen a las comunidades locales y al desarrollo económico de las mismas (Woodiswood 2022).

La teca es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos (Chaves y Fonseca 1991).

La teca, es una de las especies de árbol de mayor importancia en la economía de muchos países en el mundo. Su madera es muy demandada en los mercados internacionales. Entre las cualidades de esta especie podemos mencionar su alta durabilidad, resistencia a plagas y condiciones medio ambientales, flexibilidad, y su estabilidad dimensional (forma y tamaño). Estas cualidades permiten su uso en la industria de la ebanistería, construcción de barcos, pisos, muebles para el exterior, entre otros productos (González 2021).

La teca (*Tectona grandis*) (Verbenaceae) es un árbol del trópico que produce una de las maderas más valiosas, principalmente para la industria del mueble (Hine et al. 1969).

La principal fuente semillera de teca (*Tectona grandis*) del Ecuador se encuentra en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (EETP-INIAP)

Características de la madera teca

Según(Rehoboth 2021), indica que la teca posee las siguientes características físicas:

- **Color:** La albura es de color amarillo claro y el duramen presenta tonos marrones y dorados. Es una madera que envejece realmente bien, ya que su coloreada mejora.
- **Fibra:** Generalmente recta. En algunas ocasiones ondulada.
- **Grano:** Grueso.
- **Densidad:** Tiene una densidad aproximada de 690 Kg/m³. Madera semipesada.
- **Dureza:** 4,2 según el test Monnin. Es una madera semidura.
-
- **Durabilidad alta.** Muy buena resistencia a la humedad y al ataque de hongos e insectos. Es posible incluso dejarla a la intemperie sin tratamiento gracias a sus aceites naturales. Es difícil encontrar maderas que ofrezcan una durabilidad similar siendo tan livianas, lo habitual es que sean mucho más densas. En este sentido existen importantes diferencias entre la teca cultivada y la que crece naturalmente, siendo esta última la que presenta mejor durabilidad.
- **Estabilidad Dimensional:** Es una madera estable dimensionalmente.
- **Coefficiente de estabilidad Dimensional:** 0,34 %. La madera de teca es poco nerviosa.

Características de las propiedades Mecánicas:

- **Resistencia a la compresión:** 570 kg/cm²
- **Resistencia a flexión estática:** 1. 000 kg/cm²
- **Módulo de elasticidad:** 140. 000 kg/cm²
- **Impregnabilidad:** Albura poco impregnable, duramen no impregnable

1.5.2 Alelopatía

La alelopatía es definida como la influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta. Los compuestos alelopáticos pueden ser liberados de las plantas al ambiente por medio de la exudación de las raíces, lixiviación, volatilización y descomposición de los residuos de las plantas en el suelo. Las sustancias alelopáticas, si están presentes en las variedades de las especies cultivadas, pueden reducir la necesidad del manejo de malezas, especialmente el uso de herbicidas (Navarrete 2019).

El fenómeno de la alelopatía ha sido plasmado en documentos que datan de unos cuantos siglos A. C. Un documento tan antiguo como del año 300 A.C. relata que muchas plantas cosechadas (chícharo, cebada, frijol forrajero) destruyeron malas hierbas e inhibieron el crecimiento de otras cosechas, varios autores en sus investigaciones han definido al fenómeno alelopático como el efecto producido por las interacciones bioquímicas que se establecen en un agroecosistema entre una especie donante y otra receptora, que incluye a plantas y microorganismos y pueden ser daños o beneficios entre muchos más (Blanco 2006).

En todo fenómeno alelopático existe una planta (donador) que libera compuestos químicos al medio ambiente por una determinada vía (por ej. lixiviación, descomposición de residuos, etc.), los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre la germinación, el crecimiento o desarrollo de esta última. Los compuestos

alelopáticos que desencadenan el proceso se denominan compuestos, agentes o sustancias alelopáticas (Blanco 2006) .

La alelopatía se refiere a los efectos beneficiosos o malignos de una planta a otra, especies de malezas o de cultivos de liberación química por lixiviado de parte de su planta, exudación de la raíz, volatilización, residuos de descomposición, entre otros procesos en sistemas naturales o agrícolas. Aunque no todas las plantas tienen tendencias alelopáticas, los químicos alelopáticos pueden estar presentes en cualquier parte de la planta (Jim 2012).

La definición sencilla de alelopatía es que se trata de un fenómeno biológico en el que un organismo genera compuestos bioquímicos que tienen influencia sobre la supervivencia, crecimiento o reproducción de otros organismos, estos compuestos pueden representar efectos benéficos (**alelopatía positiva**) o perjudiciales (**alelopatía negativa**) para los organismos receptores (Sánchez 2021).

Entre estos compuestos están compuestos alifáticos como ácidos o alcoholes, lípidos, ácidos grasos, terpenos o compuestos aromáticos. La liberación de los compuestos puede darse en forma volátil, a través de lixiviados o de exudados de sus raíces. El efecto de la alelopatía no es total para bien ni para mal, sino que varía en grados según las características de los organismos implicados (Sánchez 2021).

Naturaleza química de los agentes alelopáticos

Según Gómez (2019), los metabolitos secundarios que han sido identificados como agentes alelopáticos en plantas son de naturaleza química bastante diversa. Algunos de los grupos identificados incluyen los siguientes.

Compuestos alifáticos

Entre estos compuestos se encuentran ácidos como el acético o el succínico, así como alcoholes, entre estos están metanol, etanol y butanol. Estos compuestos inhiben la germinación y el crecimiento de las plantas.

Lactonas no saturadas

Presentan una fuerte actividad inhibidora del crecimiento vegetal. Entre este tipo de sustancias se encuentra la protoanemonina, la cual es producida por diferentes especies de ranunculáceas. Sin embargo, aún no se ha comprobado su uso en la naturaleza como agente alelopático.

Lípidos y ácidos grasos

Diversos ácidos grasos, como por ejemplo linoleico, palmítico y láurico, presentan actividad inhibidora del crecimiento vegetal. Se desconoce su rol en alelopatía.

Terpenoides

Entre estos, los monoterpenos son los principales componentes de los aceites esenciales de los vegetales. Los investigadores han comprobado el efecto alelopático de monoterpenos de diversas plantas, como las del género Pinus y Eucaliptus contra malezas y plantas de cultivo.

Glicósidos cianogénicos

Algunos de estos compuestos presentan actividad alelopática inhibiendo la germinación y/o el crecimiento, tales como amigdalina y prunasina.

Compuestos aromáticos

Representan el grupo más diverso de agentes alelopáticos. Entre estos se incluyen fenoles, ácidos benzoico y cinámico y los derivados de estos, quinonas, cumarinas, flavonoides y taninos.

Alcaloides

Compuestos como la cocaína, cafeína, quinina y estricnina tienen efectos inhibidores de la germinación. Otros alcaloides pueden inhibir el crecimiento vegetal, e incluso ser letales, tal como ocurre con la cafeína, que puede eliminar diversas especies de hierbas sin afectar a algunas especies cultivadas (Gómez 2019).

Modo de liberación de agentes alelopáticos

Se puede afirmar que el modo de liberación de un agente alelopático depende de su naturaleza química. Las plantas superiores como la teca liberan regularmente compuestos orgánicos por volatilización de sus superficies y a través de lixiviados de hojas y exudados de raíces (Navarrete 2019).

Volatilización

La liberación de agentes alelopáticos por volatilización está frecuentemente confinada a plantas que producen terpenoides. Los géneros que comúnmente liberan compuestos volátiles incluyen Artemisia, Salvia, Parthenium, Eucalyptus y Brassica, teca. Estas sustancias han demostrado también actividad insecticida y como disuasivos alimenticios.

Lixiviación

La lixiviación es la remoción de sustancias presentes en la planta por efecto de la lluvia, nieve, niebla o rocío. El grado de lixiabilidad depende del tipo de tejido vegetal, la edad de la planta y la cantidad y naturaleza de la precipitación. De esta manera se liberan una gran variedad de agentes alelopáticos de diferente

naturaleza tales como compuestos fenólicos, terpenos y alcaloides. Se ha determinado la toxicidad de muchos lixiviados de semillas y hojas sobre plantas silvestres.

Exudados radiculares

La reducción en rendimiento observada en algunos cultivos en varios casos se ha atribuido a toxinas liberadas por otros y malezas adyacentes. Se conocen sustancias exudadas por las raíces que reducen la germinación de las semillas, el crecimiento de raíces y brotes, la incorporación de nutrientes y la nodulación. Los exudados radiculares comprenden únicamente entre el 2-12% del total de fotosintatos de la planta. La mayoría de los agentes alelopáticos conocidos son exudados radiculares. Factores tales como la edad del vegetal, nutrición, luz y humedad influyen cuali y cuantitativamente la liberación de sustancias por las raíces.

Descomposición de residuos vegetales

Los residuos en descomposición de la planta liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos. Los factores que influyen este proceso incluyen la naturaleza del residuo, el tipo de suelo, y las condiciones de descomposición. Eventualmente las sustancias alelopáticas liberadas por los residuos vegetales en el suelo entran en contacto con las raíces de plantas presentes en el mismo ejerciendo su acción. Los compuestos liberados por la planta al suelo sufren frecuentemente transformaciones realizadas por la microflora de este, que pueden originar productos con actividad biológica mayor que sus precursores. Investigaciones utilizando extractos acuosos vegetales han demostrado que los inhibidores solubles en agua presentes en la planta de cultivo pueden ser rápidamente liberados durante el proceso de descomposición (Navarrete 2019).

Especies vegetales

La botánica es aquella ciencia encargada de estudiar las plantas. Desarrolla el conocimiento de las plantas y la observación de cómo crecen y dónde, cómo se

desarrollan y se reproducen sus raíces, pétalos, hojas, lugares, temporadas, climas, en definitiva, conocimiento del material vegetal. Para poder identificar y ordenar las plantas se han clasificado y organizado en grupos de modo que se pueda identificar y establecer relaciones entre ellas. Los dos grandes grupos en los que se organiza el reino vegetal son: **Criptógamas:** Son las plantas que no tienen flores, es decir, tienen un sistema reproductor, más o menos, oculto **Fanerógamas:** Son las plantas que tienen flores, esto es, que tienen los órganos reproductores bien visibles. En el reino vegetal podremos categorizar las plantas en diferentes grupos en función de sus células, tejidos conductores, presencia o ausencia de flores y semillas, etc (CGM 2014).

Las plantas invasoras y/o nocivas, tanto terrestres como acuáticas, disminuyen la productividad económica de la agricultura y amenazan la integridad ecológica de los recursos naturales (Del Monte y Zaragoza 2004).

La teca es una de las plantas forestales de gran importancia ecológica y comercial por la calidad de su madera, fortaleza, durabilidad e idoneidad. Fue introducida de la India y se importa por los países del primer mundo para usar en acabado de cielos rasos, pisos, paredes, muebles, puertas, ventanas, etc. La rotación de las nuevas plantaciones de estos árboles se realiza cada 20 a 25 años.

El incremento anual medio por año esperado es superior a 10 m³ por hectárea. Es una planta que se adapta a las condiciones ecológicas del país y presenta un crecimiento rápido, con fuste recto y alta resistencia al fuego en estado natural del cultivo (Jiménez-Terry y Agramonte 2013).

1.6 Hipótesis

HO= El efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) afectan en el crecimiento de algunas especies vegetales.

Ha= las sustancias alelopáticas de la teca inciden en el crecimiento de algunas especies vegetales.

1.7 Metodología de la investigación

El tipo de investigación que se desarrollara es bibliográfico que es la etapa de la investigación científica donde se explora la producción de la comunidad académica sobre un tema determinado.

Los métodos de estudio que aplicaremos en el presente trabajo investigación serán:

Deductivo:

Este método busca deducir lógicamente cuales son los principales efectos de sustancias alelopáticas provenientes de la teca.

Descriptivo:

Mediante este método se realizará el análisis de toda la información recopilada sobre los efectos de la alelopatía proveniente de las plantaciones de teca (*Tectona grandis*), que causan efectos en especies vegetales.

Documental:

Es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema a través de diversas fuentes bibliográficas como libros, artículos científicos, ensayos, que sustente la investigación.

El efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) afectan en el crecimiento de algunas especies vegetales.

2 **CAPÍTULO II**

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo del caso

La presente revisión bibliográfica detalla sobre efecto de sustancias alelopáticas que causan las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en el crecimiento de algunas especies vegetales.

La actividad alelopática depende de diversos factores como, por ejemplo: sensibilidad de la especie receptora; liberación de la toxina al medio; actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren en el suelo con la toxina (Maldonado Vera y Encalada Ríos 2008).

2.2 Situaciones detectadas (Hallazgo)

La alelopatía se refiere a los efectos beneficiosos o malignos de una planta a otra, especies de malezas o de cultivos de liberación química por lixiviado de parte de su planta, exudación de la raíz, volatilización, residuos de descomposición, entre otros procesos en sistemas naturales o agrícolas. Aunque no todas las plantas tienen tendencias alelopáticas, los químicos alelopáticos pueden estar presentes en cualquier parte de la planta.

Los químicos alelopáticos pueden persistir en el suelo, afectando a plantas vecinas, al igual que cultivos venideros. Entre los efectos citados de la alelopatía se incluyen la germinación reducida de semillas y del crecimiento de plántulas (Jim 2012).

Los compuestos alelopáticos pueden ser liberados de las plantas al ambiente por medio de la exudación de las raíces, lixiviación, volatilización y descomposición de los residuos de las plantas en el suelo. Las sustancias alelopáticas, si están presentes en las variedades de las especies cultivadas, pueden reducir la necesidad del manejo de malezas, especialmente el uso de herbicidas (FAO 2000).

La alelopatía se define como la interferencia positiva o negativa de una planta sobre otras o en microorganismos, cuyo efecto está mediado por compuestos derivados del metabolismo secundario, conocidos como aleloquímicas que se liberan al medio ambiente y ejercen una interferencia en el directa o indirectamente a través de la transformación de estas sustancias en el suelo por la actividad de los microorganismos (Hernández 2015).

Las plantas superiores como la teca liberan regularmente compuestos orgánicos por volatilización de sus superficies y a través de lixiviados de hojas y exudados de raíces (Navarrete 2019).

La teca en Ecuador, al ser una especie exótica, se podría clasificar como una planta invasora, ya que no tiene controladores biológicos ni otras especies con quien competir. Es así como va tomando y ocupando más tierra y el agua disponible. Por tanto, este árbol debe considerarse como una amenaza a los ecosistemas nativos del país.

2.3 Soluciones Planteadas

Aplicación de residuos alelopáticos como una herramienta de manejo en las plantas puede ser uno de los usos más prácticos aplicables de la alelopatía en los agroecosistemas. De todas las estrategias posibles de desarrollo de la alelopatía para el control de malas hierbas, el manejo de residuos tóxicos es resultados disponibles más exitosos y reales (Blanco 2006).

El extracto acuoso de teca de forma general provocó inhibiciones en la germinación de los cultivos en estudio, exceptuando el ají donde se apreció una estimulación.

Diferentes estudios afirman que toda especie botánica viva o en descomposición segrega sustancias que se incorporan al medio y pueden ser tóxicas, estimulantes o inocuas para otras. (Labrada, 1987; citado por Torres et al., 2008) En todos los casos de inhibición la concentración de 0,5 g/mL produjo los menores efectos. Tal resultado concuerda con estudios realizados por Fajardo y

Fierro (2002), las concentraciones bajas inducen procesos inhibitorios de menor cuantía sobre la germinación y desarrollo de cultivos y malezas al comparar estas con extractos más concentrados.

Para el quimbombó, frijol y lechuga la concentración de 0,65 g/mL inhibió mayoritariamente la germinación, aunque en este último no existen diferencias significativas con la de 0,8 g/mL. En diferentes estudios de sistemas alelopáticos se ha verificado que el aumento de la concentración puede conllevar al aumento del efecto inhibitorio, siempre y cuando el compuesto alelopático se encuentre en el rango de actividad, tal y como se refirió anteriormente.

Sobre el pepino y rábano los efectos de forma general fueron más bajos pero se destaca la concentración de 0,80 g/mL como la más inhibitoria, en contradicción a esto en el cultivo de quimbombó y frijol el concentrados más bajo y alto indujeron efectos similares sin diferencias significativas entre ellos (Quispe et al. 2010).

2.4 Conclusiones

En base a los objetivos planteados llegamos a las siguientes conclusiones:

De acuerdo con Sarmiento (2016), Los efectos alelopáticos dañan parcial o totalmente la germinación y el crecimiento de las plantas, también puede ser de carácter positivo o negativo, directos e indirectos, según la concentración de las sustancias. Los daños parecen estar en dependencia de la influencia de diferentes factores, como son la especie y variedad, los residuos y las plantas afectadas, la cantidad, el lugar y el clima que sobre ellos actúen, los estados nutricionales del suelo, su actividad microbiana y otras características.

Las sustancias alelopáticas son metabolitos que pueden ser liberados por diferentes medios cuando la especie agresora se siente amenazada o ha sufrido algún tipo de lesión. Estos compuestos bioquímicos tienen efectos en el crecimiento, supervivencia o reproducción de otros organismos. Las especies alelopáticas son principalmente plantas, aunque hongos, protistas, bacterias, y algunos invertebrados como corales y esponjas pueden producir agentes alelopáticos (Gómez 2019).

Según estudios realizados por investigadores se determinó que el extracto de teca provocó inhibiciones en los cultivos de quimbombó, pepino, rábano y frijol. Se presentó efecto estimulante del extracto de teca sobre la germinación del ají.

2.5 Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda lo siguiente:

Evitar sembrar teca cerca de cultivos como cacao, pepino, rábano, frejol, ají ya que afecta la producción.

Es factible sembrar plantaciones de teca en muros lo cual por la alelopatía que emite los árboles disminuye la presencia de malezas, por lo tanto, habrá ahorro en el control de malezas.

Aplicación de otros estudios que permitan el reconocimiento de las diversas especies vegetales resistente a las sustancias alelopáticas provenientes de la teca (*Tectona grandis*), para una adecuada utilización de la alelopatía.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelnour Esquivel, A; Muñoz, A. 2015. Micropropagación de teca (*Tectona grandis* L.f) | Revista Forestal Mesoamericana Kurú (en línea). . Consultado 24 jun. 2022. Disponible en <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/541>.
- Agropedia. 2021. Cultivo de teca (en línea, sitio web). Consultado 24 jun. 2022. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-de-teca/>.
- Blanco, Y. 2006. La utilización de la aleopatía y sus efectos. 27(3):13.
- Cedeño, S. 2007. Cultivo de teca (en línea) (En accepted: 2016-08-05t20:35:16z). . Consultado 23 jun. 2022. Disponible en <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/3905>.
- CGM, A. 2014. Identificación de especies vegetales. :32.
- Chaves, E; Fonseca, W. 1991. Teca: *Tectona grandis* : L.f. especie de árbol de uso múltiple en América Central. s.l., Bib. Orton IICA / CATIE. 60 p.
- Del Monte, J; Zaragoza, C. 2004. La introducción de especies vegetales y la valoración del riesgo de que se conviertan en malas hierbas. 30:13.
- Escobar Arana, KM. 2021. Manejo integrado del hongo *Ceratocystis fimbriata* causante de la enfermedad del marchitamiento vascular en Teca (*Tectona grandis*) (en línea) (En accepted: 2021-10-21t16:20:43z). . Consultado 17 sep. 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10269>.
- FAO. 2000. La importancia de la aleopatía en la obtención de nuevos cultivares (en línea, sitio web). Consultado 8 jul. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm>.
- Gómez, CFL. 2019. Aleopatía: características, tipos y aplicaciones (en línea, sitio web). Consultado 29 jun. 2022. Disponible en <https://www.lifeder.com/aleopatia/>.
- González, A. 2021. Biodiversidad de Gorgojos (Curculionidae: Scolytinae) en teca (*Tectona grandis*) en Las Américas (en línea) (En accepted: 2021-10-20t17:29:33z). . Consultado 23 jun. 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10255>.
- Hernández, BE. 2015. Propiedades alelopáticas. :88. Consultado 8 jul. 2022.
- Herrera, NV. 2021. Interacciones alelopáticas de dinoflagelados epibentónicos de los géneros *Amphidinium* y *Coolia* en condiciones de cultivo. (en línea). Thesis. s.l., Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. . Consultado 23 jun. 2022. Disponible en <http://www.repositoriodigital.ipn.mx//handle/123456789/26442>.

- Hine, A; Vargas Castillo, P; Abdelnour Esquivel, A. 1969. Crioconservación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.f) (en línea). Agronomía Costarricense . DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v37i1.10712>.
- Jim, R. 2012. Infórmate sobre la alelopatía entre cultivos (en línea, sitio web). Consultado 29 jun. 2022. Disponible en <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/informate-sobre-la-alelopatia-entre-cultivos/>.
- Jiménez-Terry, F; Agramonte, D. 2013. Cultivo in vitro y macropropagación como vía de sostenibilidad de la propagación de especies forestales (en línea). Biotecnología Vegetal 13(1). Consultado 29 jun. 2022. Disponible en <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/89>.
- Madera. 2017. La madera de teca; propiedades y características | Maderea (en línea, sitio web). Consultado 23 jun. 2022. Disponible en <https://www.maderea.es/la-madera-de-teca-propiedades-y-caracteristicas/>, <https://www.maderea.es/la-madera-de-teca-propiedades-y-caracteristicas/>.
- Maldonado Vera, CD; Encalada Ríos, EH. 2008. Efectos alelopáticos del tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* mill.) en condiciones de invernadero (en línea) (En accepted: 2013-06-26t12:02:11z). . Consultado 6 jul. 2022. Disponible en <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/451>.
- Navarrete, GSM. 2019. Evaluación de Extractos vegetales. :70.
- Quispe, FE; Ruíz, RE; Isidrón, MP; García, MR; Santana, C. 2010. Efecto alelopático de los extractos acuosos de *Tectona grandis* L. y *Tagetes erecta* L. sobre la germinación de cultivos de interés agrícola. :6.
- Rehoboth. 2021. TECA: Características – Rehoboth forestal (en línea, sitio web). Consultado 17 sep. 2022. Disponible en <https://rehobothforestal.com.ec/2021/10/12/madera-de-teca-caracteristicas/>.
- Samprieto, D. 2022. Alelopatía (en línea). *Wikipedia, la enciclopedia libre*. . s.l., s.e. Consultado 26 jun. 2022. Disponible en <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Alelopat%C3%ADa&oldid=141002811>.
- Sánchez, J. 2021. ALELOPATÍA: Qué es, Tipos y Ejemplos (en línea, sitio web). Consultado 23 jun. 2022. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/alelopatia-que-es-tipos-y-ejemplos-1956.html>.
- Sarmiento, F. 2016. Alelopatia (en línea). s.l., s.e. Consultado 17 sep. 2022. Disponible en https://es.slideshare.net/FranciscoSarmiento/alelopatia?from_action=save.
- Woodiswood. 2022. La madera de teca: la reina de las maderas | woodiswood (en línea, sitio web). Consultado 24 jun. 2022. Disponible en <https://woodiswood.net>.