

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

Título de investigación:

Bases teóricas del efecto alelopático del coyolillo (*Cyperus spp*) en leguminosas y diferentes plantas de interés agronómico, sus efectos y aplicaciones.

Título a obtener:

Ingeniero Agrónomo

AUTORES

Nombre, apellido y formación académica	Institución y dirección	Teléfono; E-mail	Firma
Mauricio Alejandro Mencía Rodríguez	Residencial esmeralda senda Rubí, Mejicanos, San Salvador.	7201-4194 menciaalejandro19@gmail.com	
Dr. Francisco Lara Ascencio.	Facultad de Ciencias Agronómicas,	70710100 francisco.lara@ues.edu.sv	
Lic. Ada Yanira Arias de Linares	Facultad De Ciencias Agronómicas, Departamento Química Agrícola	78604900 yani_linares@hotmail.com	
Ing. Agr. Andrés Wilfredo Rivas Flores.	Departamento de Protección vegetal, Universidad de El Salvador.	awrivas@yahoo.com	

Visto bueno:

Coordinador de Procesos de Graduación Departamento de protección vegetal: Ing. Agr. Rafael Antonio Menjivar	Firma:
Jefe de Departamento: Ing. Agr. M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores	Firma:
Director General de Procesos de Graduación de la Facultad de Ciencias Agronómicas: Ing. Agr. M. Sc. Enrique Alonso Alas García	Firma:
	Sello:

San salvador, 23 de marzo de 2022.

Bases teóricas del efecto alelopático del coyolillo (*Cyperus spp* .) en leguminosas y diferentes plantas de interés agronómico, sus efectos y aplicaciones.

Mencía Rodríguez, MA¹; Lara Ascencio, F²

RESUMEN

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicada en Autopista Norte y Final 25^a Avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador; con coordenadas graficas 13°43'06"N89°12'11"O, comprendiendo de mayo de 2020 a agosto del 2021. Con la presente

investigación de carácter bibliográfico se buscó recopilar información orientada a determinar el efecto alelopático del coyolillo (*Cyperus spp.*) sobre algunas leguminosas de cobertura y los principales cultivos de interés económico. Entre los resultados más relevantes destaca que la alelopatía es una de las formas de control entre plantas más eficaces y menos conocido que existe y depende de muchos factores para poder analizar el fenómeno alelopático como tal, por lo que es determinante conocer cuáles son las formas de distribución de las plantas en los agroecosistemas y como conviven entre ellas para determinar que roles cumplen en los ciclos biológicos. Por otro lado, las plantas indeseadas o mejor conocidas como malezas o vegetación espontánea, son una de las principales causas de pérdidas económicas en cultivos de interés, por lo tanto, es necesario conocerlas como se distribuyen y cuáles son sus formas de diseminación y posterior manejo. Se destaca, además, que plantas como el coyolillo (*Cyperus spp.*) es considerado la maleza con mayor incidencia, en el desarrollo de muchas especies de cultivos compitiendo por agua, nutrientes, iluminación entre otros factores y de manera más agresiva por los nutrientes del suelo y debido a que es una planta C₄, muy eficiente y de rápida propagación por medio de los bulbos radicales principalmente. Además, se comprueba que sus exudados radicales tienen efecto alelopático en los cultivos dificultando la germinación y el desarrollo inicial de muchos cultivos de interés económico.

Palabras clave: (plantas C₄ alelopatía, agroecosistemas, leguminosas de cobertura)

Theoretical bases of the allelopathic effect of the coyolillo (*Cyperus spp*) in legumes and different plants of agronomic interest, its effects and applications.

Mencía Rodríguez, MA¹; Lara Ascencio, F²

SUMMARY

The research project was carried out at the University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, located at Autopista Norte and Final 25a Avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador; with graphic coordinates 13°43'06"N89°12'11"W, from May 2020 to August 2021. With this bibliographical research, we sought to collect information aimed at determining the allelopathic effect of the coyolillo (*Cyperus spp.*) on some cover legumes and the main crops of economic interest. Among the most relevant results, it stands out that allelopathy is one of the most effective and least known forms of control between plants that exists and depends on many factors to be able to analyze the allelopathic phenomenon as such, so it is decisive to know how competent the forms of control are. distribution of plants in agroecosystems and how they coexist with each other to determine what roles they play in biological cycles. On the other hand, unwanted plants or better known as weeds or spontaneous vegetation, are one of the main causes of economic losses in crops of interest, therefore, it is necessary to know how they are distributed and qualities are their forms of dissemination and subsequent management. . It is also highlighted that plants such as coyolillo (*Cyperus spp.*) is considered the weed with the highest incidence in the development of many crop species, competing for water, nutrients, lighting, among other factors, and more aggressively for nutrients from the soil and because it is a C₄ plant, very efficient and fast propagation mainly through root bulbs. In addition, it is verified that its root exudates have an allelopathic effect on crops that hinder germination and the initial development of many crops of economic interest.

Keywords: (C₄ plants, allelopathies, agroecosystems, cover legumes)

1. INTRODUCCIÓN

Las formas de convivencia entre plantas es la que determina el desarrollo de las mismas en los agroecosistemas, además de categorizar que tipo de plantas son o que rol cumplen, por lo que en los nichos biológicos existen muchas relaciones benéficas como negativas siendo generalmente la competencia de espacios y recursos lo que determinan en el desarrollo vegetativo.

Dicho lo anterior, se determina que las plantas que están en una parcela, que no son de interés económico, y que se diseminan generalmente por factores naturales o por consecuencias de mal manejo humano de las parcelas compitiendo por recursos y espacio con las plantas de interés agronómico, estas plantas generalmente se les conoce como malezas.

En tal sentido, la alelopatía es el área de la botánica que estudia, trata y aprovecha las propiedades químicas que poseen las plantas para rechazar, proteger, evitar, atenuar, estimular o inhibir a los agentes patógenos o depredadores externos que pudieren afectar o estar vinculados con el otro vegetal. Esta disciplina estudia los metabolitos secundarios producidos por las propias plantas para su autodefensa, que son generados cuando esta siente un estímulo antagónico externo que posiblemente le está causando daño a su estructura vegetal; estos aleloquímicos son generalmente llamados fitoalexinas (Cárdenas 2016).

La cantidad de sustancias orgánicas liberadas bioquímicamente por las plantas tienen una estrecha relación con los estratos edáficos que están en constante descomposición de los residuos de las especies vegetales al nivel de micro y macro flora, lo mismo se dice de las especies animales los cuales también tienen una relación estrecha con los procesos de transformación del suelo (FAO 2014).

La igualdad entre alelo químicos naturales y herbicidas sintéticos en la supresión vegetal, sugiere que la alelopatía posee gran potencial para el manejo de las plantas no deseadas, pudiendo ser una herramienta más para implementar en un plan de manejo integrado de malezas, disminuyendo la dependencia de los herbicidas químicos (Veliz 2018).

En la actualidad resulta de gran importancia investigar y encontrar las variantes que permitan el desarrollo de una agricultura rentable y no contaminante del medio ambiente. Sin embargo, en la agricultura el uso de productos químicos aumenta notablemente los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos, pero la utilización constante de estos puede alterar el medio biológico, provocando graves daños en los diversos ecosistemas, la utilización de residuos alelopáticos, como una herramienta de manejo en los cultivos, puede ser uno de los usos más prácticos y aplicables de la alelopatía en los agro ecosistemas (Blanco 2006).

Con base a las consideraciones anteriores, la presente investigación busca presentar una respuesta y conceptualizar las bases teóricas de la alelopatía, así como estudiar la interacción de las malezas con las plantas de interés agrícola y económico del efecto alelopático del coyolillo en leguminosas y los principales cultivos de interés económico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicada en Autopista Norte y Final 25^a Avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador. La investigación es de carácter bibliográfico y tiene como objeto, establecer la relevancia e importancia del tema conducente a asegurar la originalidad de la investigación y cumplir con el objetivo de recopilar información orientada a determinar el efecto alelopático del coyolillo (*Cyperus rotundus*) sobre algunas leguminosas de cobertura y los principales cultivos de interés económico. El orden y enfoque en cuestión, es el establecido por Gómez-Luna et al. (2014) quienes consideran cinco etapas para investigaciones de este orden ellas son:

1. Definición del problema

En la actualidad los agricultores tienen que lidiar con muchas problemáticas para la producción agrícola, principalmente las especies vegetales conocidas como malezas, malas hierbas, malezas o simplemente plantas

indeseables, es por ello que se debe de conocer el carácter competitivo de estas plantas sin menoscabo del deterioro ambiental.

Una característica notable de la mayoría de las plantas terrestres es que en su estado adulto son sedentarias y aunque algunas especies de plantas pueden desarrollarse vegetativamente en diferentes direcciones desde su lugar de anclaje, la mayoría permanecen en el mismo lugar de su germinación.

No obstante, la germinación, el establecimiento de la plántula, su crecimiento, reproducción y forma de dispersarse; son afectados de manera notable por las características del medio de crecimiento. Así las sustancias liberadas por las plantas vecinas, pueden afectar la germinación de las semillas y el establecimiento de la plántula. También es de reconocer que las plantas que están sujetas a desarrollarse en el mismo lugar de su germinación experimentan competiciones provenientes de sus vecinos u otro tipo de convivencia de afecta o favorece su desarrollo.

En tal sentido, el desarrollo vegetativo de los cultivos es de gran importancia y está relacionado con factores de igual importancia como el clima, agua, y el manejo agronómico que se le da a los cultivos; es por ello, que es necesario realizar investigaciones para conocer y entender algunos fenómenos bioquímicos que se generan entre plantas y que determinan el desarrollo de las especies que conviven en un agroecosistema específico. Es por ello que esta investigación se realizará a partir de encontrar respuestas a ¿Cuáles serán los efectos alelopáticos entre coyolillo (*Cyperus rotundus*) sobre canavalia (*Cannavalia ensiformes*), crotalaria (*Crotalaria longistrata*), frijol arroz (*Vigna umbellata*) y mucuna (*Mucuna pruriens*) sus componentes, interacciones y bases teóricas implicadas?

2. Búsqueda y colecta de información bibliográfica

Definido el problema y objetivos de investigación se procedió a la consultar libros, artículos científicos, tesis, fuentes electrónicas en internet, revistas y otros materiales de apoyo ya sea en español o en idioma ingles con el fin de recopilar información acerca del tema en estudio en el cual se compara el coyolillo y su efecto alelopático sobre cuatro tipos de leguminosas y otras plantas de interés económico con el fin de determinar la interacción de las malezas con las plantas, sus formas de convivencia y cuáles son los compuestos o aleloquímicos que inciden en el desarrollo de las plantas en estudio.

La búsqueda bibliográfica se estructuró a partir de las generalidades de las plantas involucradas en la investigación, el concepto de malezas, las formas de convivencia de las plantas, la alelopatía y sus metabolitos, propiedades de los metabolitos entre otros.

3. Lectura del material bibliográfico.

Se realizó una lectura de las fuentes bibliográficas encontradas acerca de la temática en estudio con el fin de recopilar la información que tenga relación a la investigación y dándole un ordenamiento lógico y comprensible para quienes quieran leer el documento final.

4. Organización de la información.

Por medio de lecturas del material encontrado se buscó un orden lógico de la información recopilando los aspectos más importantes relacionados con el tema y problema de investigación. Es decir, la información encontrada se organizó de forma sistemática, tomando en cuenta la relevancia. Lo anterior proveyó las bases para organizar la información de manera jerárquica y diferenciar los contenidos de interés, proveyendo un índice de contenido.

5. Análisis y redacción del informe.

En este apartado se realiza un análisis sobre las principales ideas plantadas en los documentos, lectura de los resúmenes y las conclusiones para cada una de las fuentes seleccionadas, se identificó el aporte al problema de investigación propuesto.

Se buscó dar un orden lógico final y con sentido a la información teórica encontrada por las diferentes fuentes disponibles que se utilizaron para la realización del estudio. Se añadió una asimilación teórica la cual consiste en una derivación del conocimiento y que plasma un criterio de entendimiento de la información; es decir, la

asimilación ocurre cuando una nueva información es integrada en una estructura cognitiva más general, de modo que hay una continuidad entre ellas y la una sirve como expansión de la otra; es decir, generar aprendizaje y conocimiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN (Asimilación teórica).

Las malezas o plantas arvenses son definitivamente indeseables en cualquier sistema de producción agrícola o de cualquier terreno en las que estén presentes, estas compiten por todos los recursos principales (agua, suelo, nutrientes, espacio físico y al desarrollarse en la parte aérea), algunas presentan también propiedades alelopáticas sumándole otra problemática que afecta a las plantas de interés generando pérdidas económicas y de recursos naturales que a la larga son los más importantes, por lo general tiene un ciclo de vida corto que oscila entre los setenta y ciento diez días.(Fig. 1)

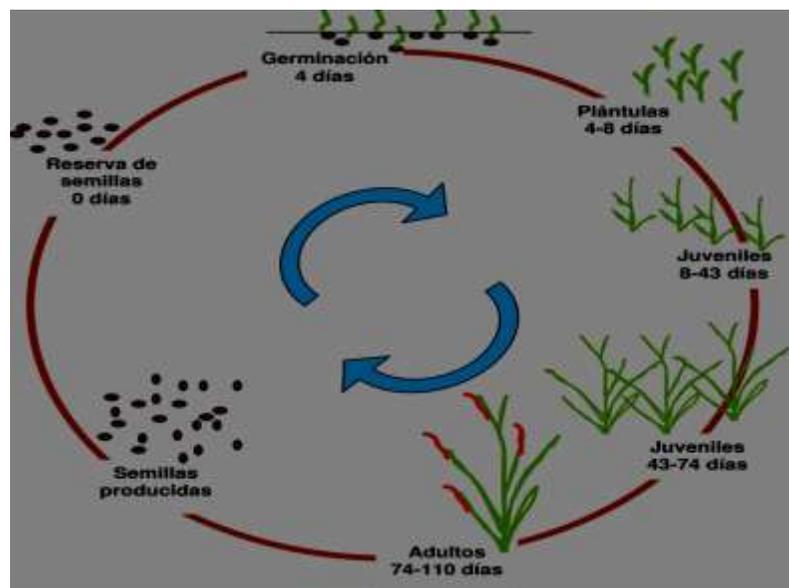


Figura 1. Ciclo de vida de malezas anuales.

Fuente: Videla, H. 2010.

Las malezas con potencial alelopático son las que más interesan en la investigación, debido que se le suma la problemática de poder afectar a las plantas de interés agrícola no solo por la competencia de espacio y nutrientes, también es necesario mencionar que algunas plantas generan exudados radiculares que hacen que otras plantas no perciban los nutrientes del suelo de manera normal afectando la asimilación de los mismos, afectando la germinación y emergencia lo que afecta en el balance de las poblaciones por unidad de área.

La fig. 2 ejemplifica los días en los que las malezas generan mayor incidencia en los cultivos midiendo en base a la variable rendimiento. La línea azul presenta el comportamiento de un cultivo que está libre de malezas y la roja viceversa como se puede observar entre el día veinte al cuarenta se genera malezas, el punto de inflexión en base al rendimiento observándose que un cultivo libre de arvenses subirá su rendimiento y lo mantendrá constante en el máximo que el cultivo alcanza sin embargo un cultivo que está expuesto a la competencia constante de agua recursos y nutrientes tendrá a bajar su rendimiento con el transcurrir del tiempo.

Cabe citar que los desechos de las plantas como rastrojos, tallos, hojas y raíces que por descomposición generan sustancias que son fitotóxicas y que también afectan alelopáticamente con esta forma de diseminación al medio y por lo tanto, afectan a otras plantas en su desarrollo y que también generan pérdidas económicas, es necesario conocer las especies nativas y no nativas de un agro ecosistema para evitar que se presenten interacciones antagonistas entre plantas.

Debido al gran número de malezas existentes en los diferentes ecosistemas agrícolas según cada región, es importante tener un conocimiento general de cuáles son las condiciones en las cuales las malezas se desarrollan, siendo importante conocer factores como la fisiología y sus formas de dispersión en las parcelas y cuáles son las etapas más favorables en el desarrollo de la planta para controlar de manera efectiva las especies vegetales indeseadas.

Así mismo, es necesario utilizar diferentes umbrales que nos dirijan en cómo se comporta una planta en específico, en este caso, plantas que son indeseadas y que generan pérdidas en los sistemas de producción agrícola, afectando a los cultivos de interés en su desarrollo y productividad. Los umbrales son necesarios para determinar que tratamiento es el más adecuado y en qué momentos en específico se aplican, según el ciclo de en el que se desarrolla la planta que se quiere controlar, esto se lleva a cabo para controlar de manera más efectiva y sin desperdiciar los recursos económicos y aprovechar de mejor manera las parcelas agrícolas.

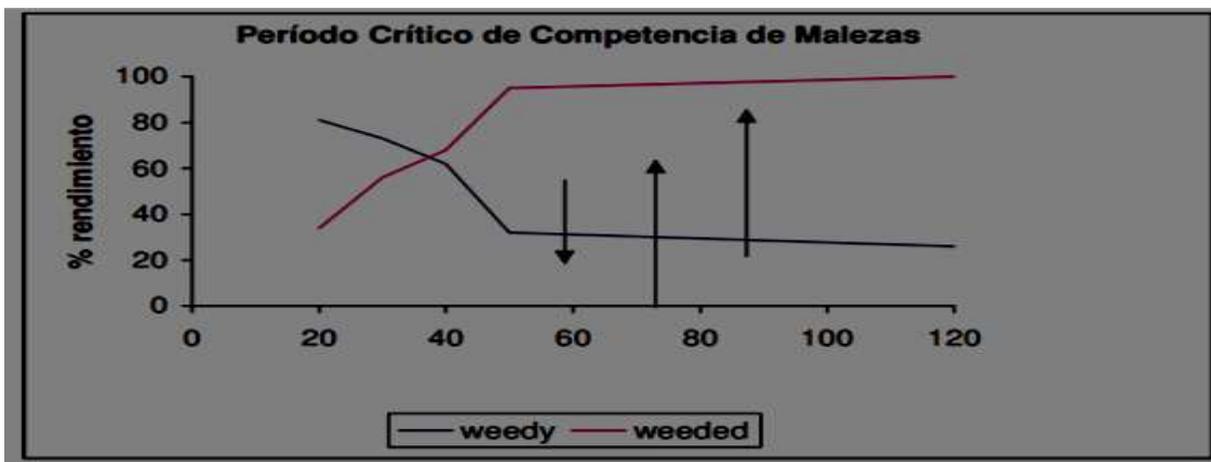


Figura 2. Periodo crítico de competencia de las malezas.

Fuente: Blanco et al. 2014.

Atención especial merece el coyolillo (*Cyperus spp*) que sin lugar a dudas es una de las peores malezas que existen actualmente debido a su gran potencial de diseminación adaptándose a climas tropicales y sub tropicales, además de tener un crecimiento agresivo en comparación a otras especies, si bien es cierto, que es una planta de tamaño pequeño es muy invasiva generando problemas a muchas especies de cultivos diferentes; siendo un verdadero problema a nivel tanto local como mundial, pues genera pérdidas económicas.

Esta especie además tiene potencial alelopático debido a que libera sustancias que inhiben la germinación y el crecimiento inicial de algunas plantas, estas sustancias se encuentran en su gran mayoría en los tallos y los bulbos de la planta que se pueden obtener en forma de exudados radiculares o por maceración de las partes aéreas, afecta a un número elevado de cultivos de diferentes géneros y especies pero en este caso nos centraremos en sus efectos en plantas de la familia de las leguminosas.

Las leguminosas son plantas de suma importancia por las características que poseen, existen de todo tipo y con muchas diferenciaciones en su crecimiento y desarrollo teniendo como característica común el poder fijar nitrógeno atmosférico (N_2) al suelo contribuyendo con esto a la mejora de la fertilidad; sin embargo, al ser plantas de crecimiento y desarrollo agresivo, son plantas que pueden servir de indicador en estudios de alelopatía, tanto por su desarrollo como por las sustancias que liberan al suelo, debido que en algunos casos (*Canavalia spp.*) presentan dichas sustancias que inhiben el crecimiento de otras plantas, aunque generalmente el control se presenta por acción mecánica por la influencia de la sombra generalmente y por los microclimas que se generan por el follaje abundante de las leguminosas.

Las plantas leguminosas contienen compuestos que tienen potencial alelopático como lo son compuestos fenólicos y terpenoides, además de poder controlar mecánicamente a otras plantas por el tipo de crecimiento que ellas

presentan y al poseer un desarrollo vegetativo bastante rápido, hace que las condiciones de microclima en los agroecosistemas sean más desfavorables para el desarrollo de plantas indeseables.

Es decir, la alelopatía es cuando una planta afecta el crecimiento de otra por diversos factores que están relacionados entre sí y que tienen diferentes grados de importancia según sean las interacciones que pueden presentar y las cuales pueden ser; biológicas, ambientales, físicas y químicas y en donde se observan diversos fenómenos que individualmente y en conjunto pueden afectar al correcto desarrollo de una planta o un grupo de estas mismas, según sean las especies que interactúen en los agro ecosistemas de producción.

El fenómeno alelopático como tal (fig. 3) es un tema de estudio muy interesante y el cual aún hay muchas cosas por investigar. Actualmente existen muchas técnicas para determinar si existe interacciones físico-químicas entre plantas y que sirven como indicadores para la selección de especies vegetales de las cuales se pueden sacar algunos productos con potencial para controlar especies indeseadas tanto vegetales y animales.

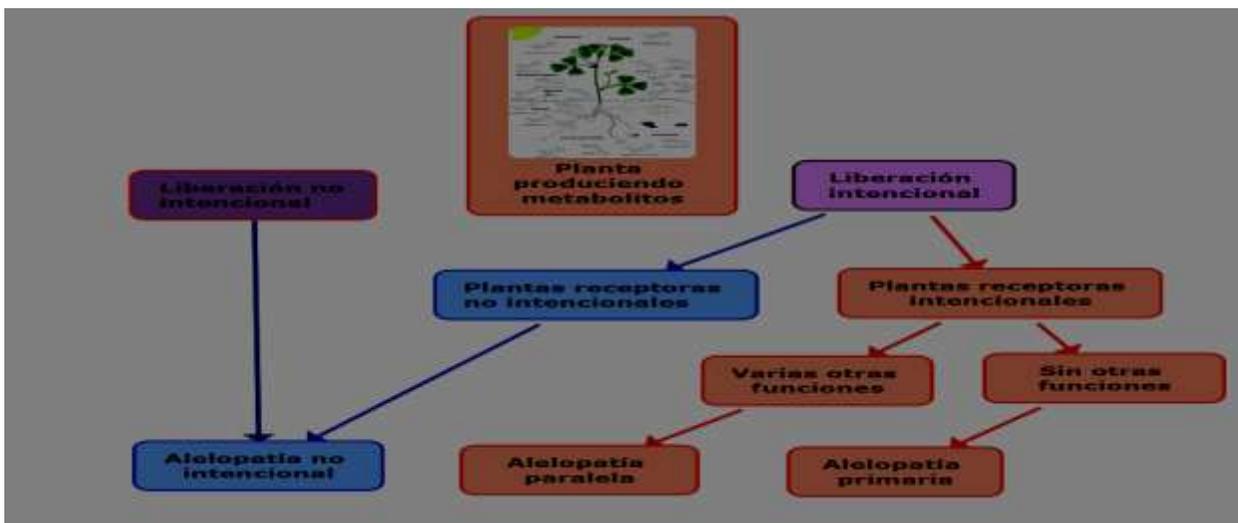


Figura 3. Tipos de fenómeno alelopático.

Fuente: Oliveros, A. 2008.

Las plantas como tal generan algunas sustancias que pueden ser irritantes o nocivas tanto para insectos, hongos y otras plantas y que se obtienen por acción metabólica primaria, física o de otra índole y que al liberarse al suelo por exudados radicales o desechos vegetales, además de tomar en cuenta los agentes que se liberan por medio de volatilización y lixiviación y que poseen potencial para ser utilizados como alternativas para controlar malezas de manera natural y amigable con el medio ambiente.(Fig.4)

Por ello, los metabolitos secundarios como sustancias con estas propiedades, se obtienen como subproductos de los metabolitos primarios, muchas veces estas sustancias han sido ignoradas al ser consideradas como simples desechos sin ninguna importancia real; sin embargo, investigaciones recientes indican que estas sustancias se pueden utilizar en procesos agrícolas (herbicidas, insecticidas, fungicidas) industriales (fibras, gomas, esencias, entre otros) y otros usos que son de importancia económica.

Algunas de las características más visibles de las plantas como la altura, tamaño de las raíces, número de hojas, peso fresco, peso seco; son de suma importancia para determinar cuál es el potencial alelopático de determinadas especies y que sirven para determinar los usos que podemos obtener de determinadas especies vegetales y sobre que grupos tienen incidencia real, esto nos servirá para hacer una categorización más ordenada de las plantas alelopáticas.

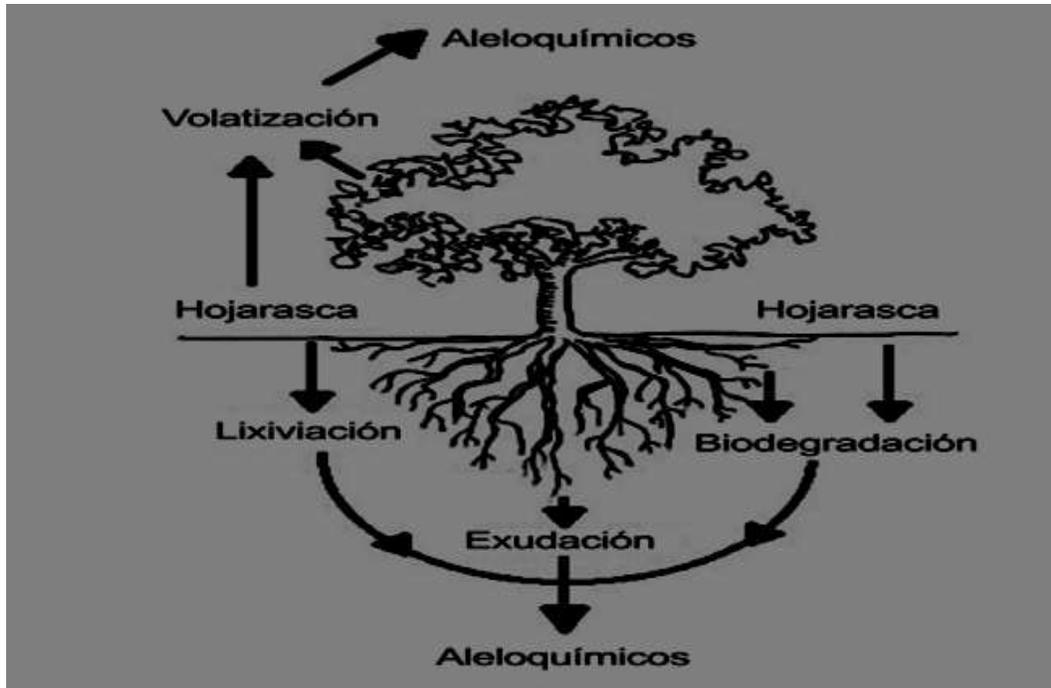


Figura 4. Ruta de liberación de los aleloquímicos.

Fuente: Sampietro, sf.

Las características físicas y fisiológicas de las plantas son en gran medida las responsables de controlar el desarrollo de las plantas, debiendo tenerse en cuenta que las etapas iniciales de desarrollo de la planta como la germinación, emergencia y crecimiento inicial son los primeros indicadores que tenemos a la hora de medir alelopatía en campo o por medio del uso de parcelas experimentales, o bioensayos controlados, en algunos casos las plantas se adaptan a diferentes técnicas según sean sus características fisiológicas y el manejo que podamos proporcionar al hacer las pruebas, al final lo que se busca es determinar que plantas se pueden utilizar para controlar a otras esto se hace para buscar la mayor incidencia posible en el desarrollo de las plantas.

Las leguminosas son plantas con una distribución que se adapta generalmente a climas tropicales y subtropicales, adaptándose a diferentes tipos de condiciones de suelo y pH, pueden poseer crecimiento rastrero o erguido siendo este generalmente por la utilización de técnicas de tutorado (leguminosas arbustivas), otras leguminosas están categorizadas en el estrato arbóreo, las leguminosas además de mejoradores de suelo pueden ser utilizadas en algunos casos para alimentación animal y humana en menores casos.

Existen dos tipos de metabolitos en la planta los cuales están presentes y cumplen funciones específicas para el desarrollo de las plantas cumpliendo funciones según donde se encuentren, los metabolitos primarios son de los que mayor información contamos actualmente debido a investigaciones y artículos en los cuales podemos determinar las funciones específicas de estos, por el contrario los metabolitos secundarios son en su mayoría desconocidos en sus aplicaciones y funciones que pueden cumplir.

Existen una variedad muy amplia de metabolitos secundarios debido a que la planta posee diferentes mecanismos metabólicos para defenderse del medio que la rodea, además de desarrollarse y prevalecer en el medio, los principales metabolitos secundarios que se conocen actualmente son los compuestos fenólicos y los terpenoides, en estos dos grupos se derivan la mayoría de compuestos con potencial alelopático conocidos.

Son todos aquellos compuestos que se encargan de transportar información entre una planta y otra, produciéndose respuestas entre ambas especies vegetales ya sean antagonistas o que ayuden en el desarrollo de ambas especies,

algunas como: las feromonas, sinomonas, kairomonas entre otros. Estos compuestos en los procesos bioquímicos son esenciales para que las plantas tengan una respuesta al medio donde se desarrollan tanto con las especies vegetales, así como también el factor suelo y fauna.

Así, los aleloquímicos son sustancias producidas por medio de acciones metabólicas en las plantas en diferente medida y porciones de las mismas según sea su medio de vida y en las condiciones donde se desarrolla, estas sustancias son las que se encargan para garantizar algunas condiciones que generan interacciones entre diferentes especies vegetales siendo en su mayoría acciones que inhiben el desarrollo de otras plantas para garantizar la supervivencia misma. Estos agentes se pueden obtener de diferentes maneras y con técnicas específicas que buscan poder aprovechar estos compuestos como alternativas para el control de plantas indeseadas en los agro ecosistemas de producción.

Es necesario utilizar diferentes umbrales que orienten en cómo se comporta una planta en específico, en este caso plantas que son indeseadas y que generan pérdidas en los sistemas de producción agrícola, afectan a los cultivos de interés afectando en su desarrollo y productividad, los umbrales son necesarios para determinar que tratamiento es el más adecuado y en qué momentos en específico se aplican según el ciclo de en el que se desarrolla la planta que queremos controlar, esto se lleva a cabo para controlar de manera más efectiva y sin desperdiciar los recursos económicos y para aprovechar de mejor manera las parcelas agrícolas.

Después de investigar, acerca de muchas especies vegetales que presentan diferentes formas de incidir en el crecimiento y desarrollo de otras plantas por medio de acciones bioquímicas y también mecánicas que se presentan en el interior del suelo así como fuera de este, existen diferentes modos de acción de los compuestos específicos que una y otra planta poseen según las sustancias específicas y a que plantas o grupos de plantas afectan y cuál es la porción específica de dichas plantas en donde se generan los compuestos antes mencionados y que generan una relación antagonista en un agro ecosistema.

Existen plantas que tienen mayor efecto alelopático que otras y por lo cual son más efectivas en incidir en el desarrollo de las otras especies, es por ello que se debe seleccionar utilizando técnicas como los bioensayos, el método del cuadro de madera, extractos acuosos, compuestos volátiles entre otros métodos que servirán para seleccionar de manera más efectiva las especies vegetales que afectan a las malezas que se quieran eliminar de las parcelas buscando alternativas más viables, que sean de más bajo costo y que sean amigables con el medio ambiente y que no sacrifiquen la productividad de los agro ecosistemas.

Es importante diferenciar dos tipos de efectos que pueden generar los agentes alelopáticos en las plantas debido a que es necesario conocer cómo se origina cada uno de ellos. Para el caso de los efectos primarios, son los que se desarrollan a partir de las sustancias y compuestos alelopáticos específicamente en las células de las plantas donde los agentes bioquímicos afectan o ayudan en el desarrollo de las plantas, caso contrario se da en los efectos alelopáticos secundarios debido a que estos se pueden manifestar en secciones más específicas de la planta a simple vista por ser generalmente algún órgano de la planta el afectado por dichos efectos, siendo específico según los compuestos que estén en el medio; pudiendo afectar específicamente a cualquier sección de la planta, además es posible que existan diferentes respuestas alelopáticas negativas o positivas según el número de plantas alelopáticas que se encuentren en los agroecosistemas.

Algunos grupos de plantas que están divididas principalmente en las familias de las gramíneas, solanáceas y crasuláceas, (por ejemplo, que poseen un desarrollo vegetativo muy rápido y vigoroso) las hace excelentes para probar la incidencia de los agentes alelopáticos, dicho lo anterior, se ha observado que plantas como el tomate y la cebolla presentan susceptibilidad a la alelopatía que se puede generar por otras especies siendo esto un punto muy importante para realizar bioensayos con dichas especies vegetales.

Para valorar las condiciones alelopáticas en laboratorio, existen diferentes técnicas y procedimientos para medir los efectos alelopáticos que tienen la finalidad de determinar cuál es el efecto en su desarrollo vegetativo, tomando en cuenta que los bioensayos son principalmente la forma más adecuada para determinar alelopatía entre plantas debido a que se realizan principalmente en las etapas de germinación y desarrollo inicial de las plantas donde se

pueden observar la incidencia de los agentes bioquímicos en las plantas. Además que trabajar en condiciones de laboratorio conlleva a que se determine de manera más precisa que en los ensayos de campo.

Finalmente, hay que considerar la existencia de la alelopatía positiva que es aquella que se da cuando algunas plantas generan efectos benéficos en el desarrollo de otras plantas, generando características óptimas para el desarrollo en los agroecosistemas, algunas plantas por medio de sustancias alelopáticas de hecho pueden generar mejoras en la productividad de otras plantas, además de que algunas sustancias en la sabia y exudados radiculares pueden controlar plagas como insectos y nematodos en el suelo.

Por otro lado, contrario a la alelopatía positiva, existe la alelopatía negativa que sucede cuando las sustancias que se generan a nivel de suelo tanto por los exudados radiculares y residuos vegetales que son liberados al suelo por diferentes factores, son nocivos para el desarrollo y germinación de otras plantas generando malformaciones, enanismo y desarrollo raquíutico de la planta en general; por lo que es necesario que se determine de manera precisa cuales son las sustancias que estas plantas generan para conocer en que rango afectan a las demás, para evitar que estas especies se encuentren en los sistemas de cultivo.

4. CONCLUSIONES.

- ⑩ La alelopatía es una de las formas de control entre plantas más eficaces y menos conocido que existe y depende de muchos factores para poder analizar el fenómeno alelopático como tal.
- ⑩ Es determinante conocer cuáles son las formas de distribución de las plantas en los agroecosistemas y como conviven entre ellas para determinar que roles cumplen en los ciclos biológicos.
- ⑩ Las plantas indeseadas o mejor conocidas como malezas o vegetación espontánea, son una de las principales causas de pérdidas económicas en cultivos de interés, por lo tanto, es necesario conocerlas como se distribuyen y cuáles son sus formas de diseminación y posterior manejo.
- ⑩ El coyolillo (*Cyperus sp*) es considerado la maleza con mayor incidencia, en el desarrollo de muchas especies de cultivos compitiendo, tiene de manera mas agresiva por los nutrientes del suelo y debido a que es una planta C4, muy eficiente y de rápida propagación por medio de los bulbos radiculares principalmente. Además, se comprueba que sus exudados radiculares tienen efecto alelopático en los cultivos dificultando la germinación y el desarrollo inicial de muchos cultivos de interés económico.
- ⑩ El estudio de los metabolitos secundarios que poseen algunas especies de plantas o grupos selectos de estas, no se les ha dado la importancia debida para su uso como agentes alelopáticos por la poca información que existe de estas sustancias, algunas presentan efectos directos en el desarrollo de otras plantas por los terpenoides, alcaloides y compuestos fenólicos presentes y que en la actualidad se está descubriendo de su potencial como herbicida e insecticida aplicables en la agricultura.

5. BIBLIOGRAFÍA.

Blanco, Y. 2006. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas, La Habana, Cuba. 16p.

Blanco Valdez, Y. Leiva Galán A. Castro Lizazo I. 2014. Determinación del período crítico de competencia de arvenses en el cultivo del maíz (*Zea mays, L.*), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 32p.

Cárdenas C, 2016. Las Plantas Alelopáticas. ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas), Sangolqui, Ecuador. 205p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Canadá). 2014. La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares de arroz, Quebec. Canadá, en línea. Consultado el 20 de abril del 2019, Disponible en <http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm>

Gómez-Luna, E., Fernando Navas, D., Aponte-Mayor, G., Betancourt-Buitrago L A. 2014. Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. DYNA 81 (184): 158-163 Medellín, Colombia 150p.

Oliveros, A. 2008. El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. Mérida, Venezuela 33p.

Sampietro, D. s/f. Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad de Tucumán, Argentina, 100p.

Videla, H. 2010. Variables ambientales y manejo para regular los procesos claves en la dinámica poblacional de las malezas en sistemas cultivados IFEVA (Departamento de Producción de Cultivos, Facultad de Agronomía). Universidad de Buenos Aires, Argentina. 40p.

Veliz Ramos, LM. 2018. Efecto del uso de *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea* y *Mucuna sp*, como abono verde sobre el rendimiento de semilla de caña de azúcar. Universidad Rafael Landívar, Tesis Ing. Agr. Escuintla, Guatemala, 54p.