



**Trabajo de Diploma en opción al título de
Ingeniero en Procesos Agroindustriales**

**Efecto biocontrolador del extracto acuoso
del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre
el hongo fitopatógeno *Fusarium* sp**

Autor: Yailenis García Pérez

Tutores: María Elena Lorenzo Nicao

Reinaldo Pérez Armas

Curso 2023



AVAL

Título de la investigación: Efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium sp.*

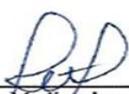
Objetivo general: Evaluar el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium sp.*

Objetivos específicos:

1. Caracterizar el sauce llorón desde el punto de vista fitogeográfico en el municipio Cienfuegos.
2. Caracterizar los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el municipio Cienfuegos.
3. Valorar de forma preliminar "in vitro" el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium sp.*

El resultado de la investigación pudiera constituir una alternativa de obtención de un extracto, en este caso de sauce llorón, y de control del hongo fitopatógeno *Fusarium sp.*, el cual provoca daños considerables a los cultivos agrícolas, pérdidas económicas y disminución en los rendimientos

Teniendo en cuenta que esta especie botánica ha manifestado tener un amplio espectro de utilidad, en específico, contra el patógeno estudiado, fuera factible proponer a la Empresa Forestal Integral del municipio Cienfuegos su propagación de forma localizada. También a modo de propuesta divulgar las propiedades de la planta y llevar a cabo acciones de capacitación a productores y entidades asociadas al sector agrícola en la provincia, lo cual contribuiría a demostrar el impacto económico, social y medioambiental de la investigación.


MsC. Yulieska Urdanivia Gutiérrez
Dtor(a) Laboratorio Provincial S.
Vegetal Presidenta Consejo Técnico



RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium sp* se desarrolló la presente investigación de tipo no experimental en el periodo comprendido de enero 2022 a septiembre 2023 en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Se realizó la caracterización fito geográfico y de los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el municipio Cienfuegos, se obtuvo el extracto acuoso del sauce llorón en condiciones de laboratorio a partir de hojas colectadas y se evaluó el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium sp*. De 25 sitios referenciados por los especialistas, en 12 estuvo anteriormente pero no está, en siete nunca estuvo y se verificó su presencia en seis, los cuales fueron referenciados en un mapa. De las hojas colectadas se obtuvo el polvo, que se utilizó en la obtención del extracto acuoso utilizado para evaluar su efecto biocontrolador sobre el hongo *Fusarium sp*. Como resultados se obtuvo que (*salix babylonica* L) se adapta a las condiciones de suelo y clima del municipio Cienfuegos, que el efecto biocontrolador del extracto acuoso sobre el hongo fitopatògeno *Fusarium sp* aislado de semillas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L) del cultivar Cantón I en concentraciones de 25 %, 50 % y 75 %, manifestó inhibición total del crecimiento micelial a los tres días de estar interactuando el extracto con el hongo presentando un halo que pudiera estar relacionado con la acción de los metabolitos secundarios presentes en el extracto.

Palabras clave:

bioplaguicida, crecimiento micelial, fitogeográfico

ABSTRACT

With the objective of evaluating the behavior of the aqueous extract of the weeping willow (*Salix babylonica* L.) on the phytopathogenic fungus *Fusarium* sp, this non-experimental research was developed in the period from January 2022 to September 2023 in the Provincial Health Laboratory. Vegetable. The phytogeographic and soil characterization was carried out where the weeping willow is located in the Cienfuegos municipality, the aqueous extract of the weeping willow was obtained under laboratory conditions from collected leaves and the biocontrol effect of the aqueous extract of the willow was evaluated. Weeping about the phytopathogenic fungus *Fusarium* sp. Of 25 sites referenced by specialists, in 12 it was previously there but is not there, in seven it was never there and its presence was verified in six, which were referenced on a map. The powder was obtained from the collected leaves, which was used to obtain the aqueous extract used to evaluate its biocontrol effect on the fungus *Fusarium* sp. As results, it was obtained that *salix babylonica* adapts to the soil and climate conditions of the Cienfuegos municipality, that the biocontrol effect of the aqueous extract on the phytopathogenic fungus *Fusarium* sp isolated from bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) of the Cantón I cultivar in concentrations of 25%, 50% and 75% showed total inhibition of mycelial growth three days after the extract interacted with the fungus, presenting a halo that could be related to the action of the secondary metabolites present in the extract.

Key Words

biopesticide, mycelial growth, phytogeographic

Contenido	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Antecedentes y naturaleza de los extractos naturales.....	5
1.1.1 Extractos naturales	5
1.1.2 Características de los extractos naturales.....	6
1.1.3 Ventajas de los extractos.....	6
1.1.4. Clasificación de extractos naturales.....	7
1.1.5 Métodos de preparación de los extractos naturales.	7
1.1.6 Metabolitos secundarios de las plantas.....	8
1.2 Extractos vegetales como fungicidas en la agricultura.....	9
1.2.1 Uso de extractos vegetales en el control de fitopatógenos.....	9
1.2.2 Aceites esenciales.....	11
1.2.3 Bioplaguicida.....	12
1.2.4 Tipos de Bioplaguicidas.....	12
1.2.5 Uso de los bioplaguicida en la agricultura.....	13
1.3 El sauce llorón (<i>Salix babylonica</i>. L)	14
1.3.1 Antecedentes de la especie.....	14
1.3.2. Caracterización botánica del sauce llorón.....	14
1.3.3. Clasificación taxonómica.....	14
1.3.4. Propiedades del sauce.....	15
1.3.5 Tipos de suelo que favorecen al sauce llorón.....	16
1.3.6 Plagas del sauce llorón.....	17
1.3.5. Usos del sauce en el contexto del manejo de plagas.....	19
Capítulo 2 Materiales y Métodos.....	21
2.1. Caracterización del sauce llorón desde el punto de vista fitogeográfico.....	21
2.2- Caracterización los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el Municipio de Cienfuegos.....	21
CAPITULO 3 Resultados y Discusión.....	24
3.1. Caracterización del sauce llorón desde el punto de vista fito geográfico en el municipio Cienfuegos.....	24
3.2. Caracterización de los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el municipio Cienfuegos	30
3.3. Determinación <i>in vitro</i> el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón sobre el hongo fitopatógeno <i>Fusarium</i> sp.....	33

CONCLUSIONES:..... 36

Bibliografía..... 38

INTRODUCCIÓN

Los bioplaguicidas son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar la contaminación del medio ambiente. La investigación y el desarrollo de su aplicación práctica en el campo se enfocan en mitigar la contaminación ambiental causada por residuos de plaguicidas químicos, aunque por su naturaleza biológica también promueven el desarrollo sustentable de la agricultura (Leng, 2011).

Según este mismo autor señala que el desarrollo de nuevos bioplaguicidas se estimula la modernización de la agricultura y, sin duda, va a reemplazar de manera gradual a una cantidad de los plaguicidas químicos. En la producción agrícola, en ambientes libres de contaminación, estos son sustitutos ideales para sus homólogos químicos tradicionales.

El perfeccionamiento tecnológico de un plaguicida natural es una tarea compleja que involucra no solo etapas de carácter técnico científico, sino también etapas asociadas al análisis de viabilidad económica y de potencial del mercado, así como el cumplimiento de regulaciones y reglamentaciones nacionales para bioproductos, las cuales se deben tener en cuenta desde la concepción misma de la idea de la investigación (Vasco, 2011).

Como parte del proceso inicial del desarrollo de un bioplaguicida, se pueden evaluar las posibles opciones de negocio que van a definir la introducción de la tecnología en el mercado una vez culminado su perfeccionamiento. Esta aproximación se puede hacer a partir de que, en la industria del biocontrol, se tienen diferentes opciones de negocio (Glare, 2016).

Velásquez, (1998) por estudios realizados señala que la mayoría de las formulaciones de bioproductos existentes en el mercado para el control de fitopatógenos y de insectos plaga están basadas en formas secas, polvos mojables, granulados o polvos de reconstitución en vehículos oleosos. Sin embargo, queda mucho por explorar en materia de desarrollo de nuevas formulaciones adaptadas a los requerimientos del usuario.

La obtención de bioplaguicidas a partir de extractos vegetales de plantas ha cobrado gran importancia en los últimos años.

En este sentido los extractos vegetales son uno de los métodos de control biológico y biorracional que han despertado el interés de los investigadores, pues las plantas son un gran reservorio de compuestos que tienen propiedades antimicrobianas, siendo su principal ventaja que son biodegradable y no tóxicos a mamíferos (Choudhary, 2015) .

Zapata,(2002) refiere que un extracto vegetal es la combinación de varios componentes que contiene porciones de compuestos químicos, que se adquiere mediante métodos físicos, químicos y microbiológicos usando partes u órganos de especies vegetales.

Estos extractos son productos obtenidos de distintas partes de la planta, tallos, hojas, flores, corteza. Están compuestos por varias sustancias, de las cuales son los compuestos aromáticos, los que tienen las propiedades antimicrobianas y se hallan en la fracción oleosa o aceites esenciales ; se extraen con métodos como la destilación por arrastre de vapor, prendado en frío y extracción mediante solventes (Herman, 2019).

Las propiedades antimicrobianas y antioxidantes de los extractos de plantas también son de gran interés en la industria de alimentos, la administración de alimentos y fármacos se ha catalogado a los aceites esenciales y componentes de los extractos de plantas, como seguros por lo que se incorpora en los alimentos para evitar la proliferación de microorganismos contaminantes (Cabello, 2018).

Otras industrias como la cosmética y cuidado personal, higiene y agricultura usan los extractos naturales como parte de sus productos, ya que se consideran seguros comparados con las sustancias químicas sintéticas (Shaaban, 2012).

La utilización de extractos vegetales permite avanzar hacia una agricultura ecológica, dando un buen aprovechamiento a las especies vegetales existentes en la comunidad, los que deben tener componentes activos minerales que ayuden a un buen desarrollo de las plantas, libre de plagas. Así se disminuirá el uso de productos químicos evitando una resistencia del patógeno, contaminación de suelo, aire, agua y problemas de salud en las personas involucradas en la agricultura convencional (Caldas, 2012).

El sauce llorón (*Salix babylonica* L.) es una planta que por sus características se utiliza con diferentes fines entre ellos, los derivados extractos vegetales, en particular los aceites esenciales, como cosméticos y medicinales, es un árbol que se considera beneficioso

para estimular el crecimiento del cabello otorgando un brillo especial, actúa como exfoliante estimulando la renovación celular y reduciendo los signos visibles del envejecimiento de la piel, además reduce las manchas mejorando la firmeza, luminosidad y suavidad del rostro ayuda a eliminar la piel grasa y el acné .

Se utiliza en la industria cosmetológica como principio activo para la elaboración de cremas antiacné, cremas para piel grasa y antiedad, como champús anticaspa, además como productos sobre reguladores y geles de limpieza (<https://www.5septiembre.cu>, 2018).

Entre los compuestos asociados al sauce llorón se encuentra el ácido salicílico que es una importante molécula de señalización que interviene tanto en las respuestas de resistencia a las enfermedades inducidas local como sistemáticamente. La conversación cruzada entre las vías dependientes e independientes del ácido salicílico proporciona un gran potencial regulador para activar múltiples mecanismos de resistencia en combinaciones variables (Pieterse, 2019).

En el municipio de Cienfuegos se realizó una prospección para identificar los lugares donde estaba presente el sauce llorón, el cual tiene gran utilidad desde el punto de vista de la elaboración de cosméticos, en la rama de la medicina y otros, por lo que fuera factible su utilidad práctica en la agricultura y en específico en el control de plagas en el contexto del Manejo Integrado.

Problema Científico:

¿Cuál será el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium* sp en cultivos agrícolas?

Hipótesis:

El extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) pudiera constituir una alternativa biológica para el control del hongo fitopatógeno *Fusarium* sp en los cultivos agrícolas con un impacto ambiental favorable.

Objetivo general:

Evaluar el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón (*Salix babylonica* L.) sobre el hongo fitopatògeno *Fusarium* sp.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar el sauce llorón desde el punto de vista fitogeográfico en el municipio Cienfuegos.
2. Caracterizar los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el municipio Cienfuegos.
3. Valorar de forma preliminar *in vitro* el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón sobre el hongo fitopatògeno *Fusarium* sp.

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes y naturaleza de los extractos naturales

1.1.1 Extractos naturales

Los extractos naturales han sido utilizados desde hace miles de años con fines rodenticidas, insecticidas y conservación de víveres almacenados, hoy en día sabemos que su efectividad se debe a una serie de compuestos bioactivos que las plantas producen para crecer y defenderse ante estímulos bióticos o abióticos (Amat, 2022).

En las últimas dos décadas, se han intensificado los estudios de productos de origen vegetal en su parte química, con énfasis en los metabolitos secundarios, los cuales están implicados en el control biológico contra plagas, y en ciertos casos activando procesos de defensa en la planta y brindando una protección preventiva (Kagale S. , 2004).

Un extracto son productos extraídos directamente de los frutos, hojas, semillas o raíces de una planta, los cuales contienen componentes que pueden realizar una función beneficiosa en el organismo cuando se ingieren a través de un alimento, un complemento alimenticio, o cuando se aplica en la piel mediante un cosmético. Además, actúan como conservantes y antioxidantes de dichos alimentos y cosméticos (Eria, 2020).

Los extractos son una disolución de los principios activos de una planta en un determinado medio que actúa como disolvente, poseen según su naturaleza un mínimo de principios activos, encargados de aportar propiedades. Éstos refuerzan la fortaleza de la planta o repelen o suprimen al patógeno. Su eficacia depende de varios factores, no todos ellos controlados de manera total; por esto es que los resultados pueden ser variables, en función del estado del cultivo, las condiciones de extracción y la calidad de la planta de la cual se extrae la sustancia (Palma, 2019).

Santamaría,(2015) señala que son compuestos producidos de la obtención de sustancias biológicamente activas presentes en los tejidos de plantas, por el uso de un solvente (alcohol, agua, mezcla de estos u otro solvente selectivo) y un proceso de extracción adecuado. De una misma planta, dependiendo de la parte de ella utilizada, del solvente y de la técnica de extracción, se puede obtener una diferente gama de sustancias. Los principios activos pueden ser diferentes compuestos, con estructuras químicas casi

idénticas, por lo que un extracto puede tener una actividad mayor que el principio activo aislado y purificado.

Según Palma, (2019) los extractos vegetales han sido utilizados milenariamente por agricultores, teniendo importantes efectos positivos en el control de plagas y mejora en la productividad. Con la aparición de plaguicidas sintéticos, ha disminuido el uso de los antes mencionados dando paso al encarecido control y daño al medio ambiente. Por éstas y otras razones más en la última década se tomó énfasis en recuperar los saberes ancestrales y hacer uso de mecanismos de bajo impacto ambiental, económicos y funcionales, como lo son los extractos vegetales.

1.1.2 Características de los extractos naturales.

Según Espinoza (2021), un extracto contiene los componentes activos más importantes del vegetal, de manera muy concentrada. La cantidad del compuesto de un extracto puede ser miles de veces superior a la que se encuentra originariamente en el vegetal.

Estas características permiten muchas posibilidades de uso como.

- Aumentar la dosis de un compuesto activo, ya presente en un alimento, para que sea efectivo en el organismo del consumidor y pueda proporcionarle un beneficio saludable esperado.
- Incorporar un compuesto activo a un alimento para aumentar su vida útil.
- Los extractos pueden minimizar los ataques microbianos.
- Aportar al organismo mediante la ingesta de un suplemento una dosis de un compuesto activo que minimice la aparición de determinadas enfermedades.

1.1.3 Ventajas de los extractos.

Silva, (2001) considera como ventajas del uso de los extractos naturales las siguientes.

- Al ser biodegradables no producen desequilibrios en el ecosistema, debido a su origen vegetal provocan un impacto mínimo sobre la fauna benéfica, son efectivos contra enfermedades y no tienen restricciones toxicológicas.
- Son conocidos por el agricultor ya que por lo general se encuentran en su medio.
- Su rápida degradación disminuye el riesgo residual en los alimentos.

- Algunos pueden ser usados poco tiempo antes de la cosecha.
- Muchos de estos compuestos no causan fitotoxicidad.
- Desarrollan resistencia más lenta que los insecticidas sintéticos.

1.1.4. Clasificación de extractos naturales.

Dependiendo del grado de concentración de solventes extractivos, los extractos pueden clasificarse en.

➤ Extractos fluidos o líquidos.

Solís (2003), refiere que los extractos fluidos, también conocidos como extractos líquidos, son preparaciones de drogas vegetales que contiene alcohol como disolvente o como preservante, o ambos, preparados de tal manera que cada mililitro contiene los constituyentes extraídos de 1g del material crudo que representa.

➤ Extractos Secos.

Por su parte Kuklinski (2003), plantea que los extractos secos se obtienen evaporando todo el solvente hasta que tienen una consistencia en polvo. Son altamente estables, aunque en ocasiones resultan ser higroscópicos, además son de fácil manipulación y se les puede utilizar para preparar tinturas de extractos fluidos.

➤ Extractos Semisólidos o blandos.

Son aquellos que tienen una riqueza superior a la droga de partida, se obtienen evaporando el disolvente hasta obtener un producto de textura semisólida pero que no moja el papel de filtro (Cañigüeral, 2003).

➤ Crio extractos.

Se obtienen por molturación de la droga vegetal correctamente desecada, sometida a condiciones de congelación (-196 °C), mediante inyección de nitrógeno líquido, de forma que los principios activos no se ven alterados por la acción del calor desprendido en un proceso de molturación y que, en dependencia de la droga vegetal, puede llegar a ser hasta 70 °C. Son muy útiles para la obtención de proteínas y enzimas de ciertas especies (Castillo, 2007).

1.1.5 Métodos de preparación de los extractos naturales.

Dentro de los métodos utilizados, según Rosello (2012) se encuentran

- **Purines fermentados o en fermentación.** Colocando las partes de las plantas en un saco permeable, dentro de un recipiente con agua de lluvia. Se cubre, dejando circular el aire removiéndose diariamente. Está listo en una o dos semanas, cuando deja de fermentar (oscuro, sin espuma). Se aplican diluidos, si sólo se dejan cuatro días al sol, el purín estará en fermentación.
- **Infusión.** Vertiendo agua hirviendo sobre las plantas frescas o secas, dejándolas reposar 24 h.
- **Decocción.** Se ponen las plantas a remojo durante 24 h, después se las hace hervir 20 minutos, se tapa y se deja enfriar.
- **Maceración.** Se meten las plantas en agua, sin dejarlas fermentar, como máximo tres días, filtrando después.
- **Extractos.** Por lo general se obtienen de flores; se cortan antes de marchitarse, se humedecen y se trituran; la papilla se pasa por un tamiz fino (bolsa de tela) para extraer el líquido.
- **Esencias.** La extracción de aceites esenciales es el método más laborioso, necesitándose un alambique. Se recogen las partes que se desean extraer y se ponen a hervir en agua, recogiendo con una campana todo al vapor, que al pasar por el alambique se irá condensando. Mediante decantación se puede separar el aceite esencial del agua.

1.1.6 Metabolitos secundarios de las plantas.

Las plantas producen sustancias químicas, metabolitos secundarios, que le permiten defenderse del ataque de insectos plaga. Estos compuestos químicos se dividen en tres grupos: terpénicos, fenólicos y con nitrógeno, si se consideran únicamente los de mayor importancia (Zeiger, 2006)

Estos autores señalan que muchas de estas sustancias están involucradas en la relación planta - entorno y sus diversas propiedades biológicas permiten su uso como plaguicidas.

García (2010), plantean que las rutas metabólicas básicas constituyen los orígenes del metabolismo secundario de las plantas, dando lugar a una variada serie de compuestos,

algunos de estos son responsables de olores, colores de los vegetales, otros son responsables de virtudes culinarias, medicinales o venenosas.

Por otra parte EPA, (2010) señala que existen muchas estructuras diferentes de metabolitos secundarios, que superan a las de los primarios, entre las que cita:

Terpenos. Son los principales componentes de los aceites esenciales, provocan repelencia, inapetencia y evitan la oviposición.

Fenoles. Son compuestos hidroxilados que pueden actuar como antialimentarios; otros como los taninos actúan como barrera por su sabor amargo, y las cumarinas inhiben el crecimiento de hongos y son tóxicas para nemátodos, ácaros e insectos.

Alcaloides. Son el grupo con mayor diversidad en cuanto a metabolitos secundarios, tiene una gran variedad de efectos tóxicos; un ejemplo de ellos es la nicotina.

Glicósidos cianogénicos. Liberan cianuro cuando se hidrolizan, por lo que son tóxicos y repelentes.

Compuestos azufrados. Los más importantes son los tiofenos, los cuales tiene acción insecticida y nematicida.

Flavonoides. Son compuestos que proporcionan color a las plantas y flores, por ejemplo, la rotenona. Actúan como inhibidores enzimáticos y tienen actividad repelente.

1.2 Extractos vegetales como fungicidas en la agricultura.

1.2.1 Uso de extractos vegetales en el control de fitopatógenos.

El empleo de extractos vegetales para el control de plagas y arvenses en el marco de una agricultura sostenible constituye una alternativa promisorio, debido a su efectividad, bajo costo y no ser contaminantes del ambiente. Alrededor de 3.000 compuestos naturales de origen vegetal han sido reportados mostrando actividad bactericida, fungicida, insecticida, repelente y nematicida. Las plantas y sus derivados han mostrado efectos controladores contra ácaros, roedores, nematodos, bacterias, virus, hongos e insectos (Kagale, 2004).

Al respecto estudios realizados por Yparraguirre (2021) con dos extractos vegetales de *Larrea tridentata* L. y *Reynoutria sachalinensis* Nakai para el control de *Erysiphe necator*

B "oidium" en la variedad de vid Italia en condiciones de campo en el cultivo de la uva (*Vitis vinifera* L). Este estudio demostró que estos dos extractos tienen potencial para su uso en el manejo integrado de la enfermedad, siendo menos dañino para el medio ambiente y para garantizar su funcionamiento se debe tener en cuenta un manejo adecuado de cultivo y una correcta aplicación en campo al mostrar efectividades en el control del hongo de un 74 % en hojas y 88 % en racimos.

Rodríguez (2020), evaluó "in vitro" los extractos metanólicos de (EM) *Moringa oleífera* Lam (moringa), *Persea americana* Mill (aguacate), *Equisetum hymale* L.(cola de caballo), *Larrea tridentata* L.(gobernadora), *Gnaphalium semiamplexicaule* D.C. (gordolobo), *Peumus boldus* M. (boldo), *Brickellia squarrosa* A.G. (prodigiosa), *Rosmarinus officinalis* S. (romero) y *Physalis coztomatl* M. (costomate), sobre los hongos *Fusarium oxysporum* S, *Fusarium solani* M. y *Rhizoctonia solani* J.G. utilizando un equipo Soxhlet a una concentración del 10% (p/V). El EM de *Larrea tridentata* L. (Gobernadora) inhibió al 100% el crecimiento de *Fusarium solani* M. y de *Rhizoctonia solani* J.G. hasta por 144 h, y de *Fusarium oxysporum* S. hasta por 240 h. Los EM de *Brickellia squarrosa* A.G. (Prodigiosa) y *Rosmarinus officinalis* S. (Romero) también inhibieron el crecimiento micelial. Estos extractos representan una excelente alternativa al control y manejo convencional de fitopatógenos.

La efectividad de los extractos naturales en combinación con hongos entomopatógenos en el control del picudo de la guayaba fue comprobada por Cerna (2021). Fueron evaluados los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* S. con los extractos vegetales (pimienta y semilla de jícama) para el control del picudo (*C.dimidiatus* F). Los resultados demostraron que las cepas de *B. bassiana* fueron patogénicas para el insecto. El extracto de pimienta *Piper nigrum* L. y semilla de jícama *Pachyriz erosus* L. mostraron actividad insecticida con al menos un 80 % de mortalidad. Las mezclas entre los hongos y los extractos registraron mortalidades del 90 %.

Por su parte Medina et al (2023) evaluaron mediante macerados acuosos el enraizamiento de estacas de mora (*Rubus glaucus* Benth) a tres concentraciones (10 %, 20 %, 40 %) de los extractos obtenidos a partir de semillas germinadas de maíz (*Zea*

mays L) y de arveja (*Pisium sativum* L) y obtuvieron un enraizamiento de las estacas de un 97,1 % con el extracto vegetal acuoso de arveja.

1.2.2 Aceites esenciales.

Los aceites esenciales, son líquidos aromáticos obtenidos de diferentes partes de la planta y utilizados en la industria alimentaria, y en las industrias farmacéuticas (Ramírez, 2009).

El uso de aceites esenciales ha demostrado tener una buena eficacia para el control de insectos plaga, siendo además respetuosos con el medio ambiente ya que no dejan residuos tóxicos en el suelo agua o alimentos. Algunos aceites esenciales han sido ampliamente evaluados por sus propiedades repelentes e insecticidas (Cayuela, 2018).

Durante la última década, se han utilizado como fumigantes y como insecticidas por contacto, ya que poseen mecanismos de reglamentación menos estrictos debido a la larga historia de su uso y están siendo considerados como posibles candidatos para el manejo de malezas, plagas de las plantas (Belmares, 2008).

Stegmayer., et al (2021) propuso estudiar la actividad de cinco aceites volátiles obtenidos de las especies vegetales nativas *Dysphania ambrosioides* L, *Baccharis frenguelli* C., *Baccharis salicifolia* Pers, *Lippia alba* Mill. y *Lippia turbinata* F. contra hongos fitopatógenos de los géneros *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Rhizopus*, *Fusarium* y *Monilinia*, aislados de frutillas y duraznos con sintomatología. La evaluación se realizó mediante el método de difusión en agar adaptado para muestras volátiles y se determinaron los porcentajes de inhibición fúngica para cada muestra en estudio. Se analizó el perfil químico de cada aceite por CG-EM y se determinaron los compuestos mayoritarios. Los resultados indicaron un alto potencial antifúngico de todas las muestras evaluadas, particularmente el producto obtenido de *Lippia alba* Mill.

Hoyos (2022), determinaron el potencial anti fúngico de los aceites esenciales de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y clavo (*Syzygium aromaticum* L.) para el control de *P. cinnamomi* y *Fusarium* sp aislados de canela (*Cinnamomum verum* J). Se evaluaron concentraciones de 60 $\mu\text{L L}^{-1}$, 120 $\mu\text{L L}^{-1}$ y 300 $\mu\text{L L}^{-1}$ para los dos aceites esenciales. En tanto con *Fusarium* sp, se inhibe por completo el crecimiento micelial con las dosis de 120 $\mu\text{L L}^{-1}$ y 300 $\mu\text{L L}^{-1}$ de aceites esenciales. Con el aceite de tomillo se observó una tendencia similar

en las concentraciones 120 $\mu\text{L L}^{-1}$ y 300 $\mu\text{L L}^{-1}$ con mayor efecto de inhibición de los dos patógenos. La dosis de 300 $\mu\text{L L}^{-1}$ de los dos aceites esenciales son capaces de inhibir en su totalidad ($P \leq 0.05$) el crecimiento de ambos patógenos. En una concentración máxima de 280 esporas de ambos patógenos; se observó que, el número de esporas se reduce hasta 73 esporas con 300 $\mu\text{L L}^{-1}$ de aceite de tomillo. Por tanto, pueden ser una alternativa preventiva en el control de enfermedades de la raíz en canela.

1.2.3 Bioplaguicida.

Los bioplaguicidas son derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismos y minerales. Estos son altamente específicos contra las plagas objetivo y representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente. Los pesticidas tradicionales, por el contrario, en general son materiales sintéticos, que no sólo afectan a la plaga objetivo, sino también organismos no deseados, tales como insectos benéficos, la vegetación circundante y la vida silvestre (EPA, 2010).

La principal característica de un plaguicida biológico es que su ingrediente activo no es una molécula química como en los plaguicidas químicos, sino un organismo microscópico vivo. Se diferencia en gran medida de los plaguicidas químicos porque es altamente específico, es decir, sólo ataca a la plaga que se desea controlar, no presenta residualidad en las cosechas, son inocuos para los humanos y no afecta la fauna nativa de los ecosistemas donde se utilizan (Díaz, 2013).

1.2.4 Tipos de Bioplaguicidas.

Se dividen en general en dos grandes grupos.

- Agentes o plaguicidas microbianos, que incluyen las bacterias, hongos, virus protozoos.
- Agentes o plaguicidas bioquímicos, que comprenden los atrayentes, hormonas, reguladores del crecimiento de plantas e insectos, enzimas y sustancias de señalización química, muy importantes en la relación planta-insecto (Gutiérrez, 2012).

1.2.5 Uso de los bioplaguicida en la agricultura.

Los bioplaguicidas se utilizan en la agricultura como medidas preventivas frente a fitopatógenos en plantas, controlan las plagas por mecanismos no tóxicos y de manera ecológica. En la actualidad los bioplaguicidas disponibles en el mercado proceden de extractos de plantas, algunos productos de fermentación y microorganismos, pero existen pocos productos derivados de cianobacterias a pesar de que estos microorganismos han sido referenciados como productores de bioplaguicidas frente a insectos, hongos y bacterias (González, 2019).

Bocourt (2021), evaluaron el efecto de la aplicación del bioplaguicida *Trichoderma sp* a través del sistema de riego localizado por micro aspersion, comparado con la aspersion foliar, en el control de la enfermedad fungosa Tizon temprano (*Alternaria solani* Soaruer); y su influencia en el rendimiento del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L). Se comprobó el efecto del biopreparado *Trichoderma* para reducir la incidencia de la enfermedad a un 32 %. Los resultados de la aplicación preventiva de la *Trichoderma* demostraron que las técnicas utilizadas resultaron factibles para proteger las acciones del suelo y el clima sobre el desarrollo de la enfermedad fungosa además de que no afectó los rendimientos esperados en el cultivo de tomate Vyta.

Los plaguicidas microbianos están siendo introducidos con éxito en el control de plagas de cultivos como café (*Coffea sp* L), caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L), frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y maíz (*Zea mays* L). Estos productos son elaborados a base de bacterias, hongos, virus o nematodos entomopatógenos. Sin embargo, pocos agentes entomopatógenos se han desarrollado como agentes de biocontrol efectivo, uno de ellos es la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berlinier) para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith) abarcando cerca del 74 % del mercado, los hongos 10 %, los virus 5 % y otros el 11 %. Otro caso sobresaliente es el uso del hongo *Beauveria bassiana* (Bálsamo) contra el gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* (Say). Los bioplaguicidas anteriores han demostrado que al ser utilizados en forma adecuada

en el control biológico de plagas favorecen la práctica de una agricultura sustentable, con menor dependencia de insecticidas químicos (Gutiérrez, 2012).

1.3 El sauce llorón (*Salix babylonica*. L)

1.3.1 Antecedentes de la especie

Los géneros salix (sauces) y pópulos (álamos) son los principales géneros de la familia Salicácea, de amplia distribución natural en el mundo con la sola excepción de Oceanía y parte de Australia, donde están presentes solo como especies introducidas. Este género está representado por una gran cantidad de especies y tiene facilidad para generar híbridos naturales, por lo que diferentes clasificaciones mencionan de 350 a más de 500 especies agrupadas en cuatro subgéneros y numerosas secciones. En forma natural ocurre en el hemisferio Norte y su principal centro de abundancia es China, en donde existen unas 270 especies, 185 de las cuales son endémicas. En la ex Unión Soviética se encuentran unas 120 especies, en Norteamérica 103 y en Europa 65, y el género tiene también ocurrencia natural en Japón, África, Medio Este, India y Centro y Sur América (Barros, 2009).

1.3.2. Caracterización botánica del sauce llorón.

Gutiérrez Condori, (2013) citado por Vera, (2022) indica que (*Salix babylonica* L), es una especie originaria de China, introducida como planta ornamental por la belleza de sus ramas que cuelgan hasta el suelo. Árbol caducifolio, dioico, de hasta 18 m de alto y 8 -10 m de diámetro; tronco de corteza gris rugosa de hasta 80 cm de diámetro; ramificación erecta con ramas principales gruesas. Las hojas, de 156 mm de largo, son alternas, lineal lanceoladas, de márgenes aserrados y de color verde claro. Las flores masculinas y femeninas son dioicas y se encuentran dispuestas en racimos amarillentos que florecen durante la primavera. El fruto es una cápsula con numerosas semillas rodeadas de pelos suaves y brillantes durante la primavera. El fruto es una cápsula con numerosas semillas rodeadas de pelos suaves y brillantes. Su cultivo puede extenderse en cualquier clase de terreno, aunque prefiere los suelos húmedos. Su multiplicación es por esquejes, soporta bien el frío y crece con rapidez, requiriendo grandes cantidades de agua.

1.3.3. Clasificación taxonómica.

La clasificación botánica del sauce llorón, según Sánchez et al (2013).

Clasificación taxonómica del sauce llorón.

Categoría	Descripción
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malpighiales
Familia:	Salicaceae
Género:	<i>Salix</i>
Especie:	<i>Salix babylonica</i>

1.3.4. Propiedades del sauce.

➤ Compuestos metabolitos del sauce llorón:

Los compuestos tipo metabolitos secundarios que la planta produce han sido poco estudiados, pero se han identificado algunos incluyendo citoquininas, las cuales se conjugan formando glucósidos y son distribuidas por todas las partes de la planta, influyen en la división celular, elongación meristemática y morfogénesis, y evitan la senescencia (Staden, 2009).

Entre los compuestos principales y mayoritarios del sauce se encuentran el salicilato, éster bencílico natural del ácido gentísico 2, Ocetil- β -Dglucósido, tricocarpin, salicina, kaempferol-7- O-glucósido, apigenina-7-O-galactósido, luteolina 4 , Oglucósido y un éster de ácido tereftálico aislados a partir de las hojas de (*Salix babylonica*). Además, se han extraído compuestos flavonoides como luteolin-7-O- β -D-glucopiranósido, luteolina y

crisoeriol luteolina-6-C- β -Dglucopiranosida (iso-orientina) y dos glucósidos fenólicos; tricocarpina y tremuloidina de la misma planta (Zeid, 2006).

Según Delaney (1994) la salicina de origen natural se conforma por un azúcar y un compuesto identificado como ácido salicílico, el cual ha sido usado terapéuticamente por los humanos, y como una molécula de señalización endógena activa en mecanismos de defensa por las plantas, otorgándoles resistencia contra patógenos, tolerancia al estrés, además de cambios fisiológicos y reproductivos.

Por su parte Klessig (2009), refiere que los compuestos fenólicos se consideran como reguladores de crecimiento, siendo uno de ellos, el ácido salicílico que demuestra capacidades reguladoras específicas, además de participación en procesos como cierre de estomas, germinación de semillas, producción de fruto y glucólisis

Existen reportes en los que se evidencian las propiedades farmacológicas asociadas a la evaluación de extractos de hojas, corteza y tallos; obtenidos a partir del sauce llorón. Dentro de las propiedades fitoquímicas atribuibles a la planta, se encuentran las: actividades antihelmíntica, antiséptica, antiartrítica, astringente, analgésica, anticancerígena, antipirética, antimalaria, antioxidante, antimicótica, antihelmíntica y antibacteriana; estas propiedades se asocian a su contenido de compuestos secundarios como fenólicos totales, flavonoides, terpenos y lignanos (Wahab, 2018).

1.3.5 Tipos de suelo que favorecen al sauce llorón.

El tipo de suelo que les favorecen son aquellos que sean capaces de albergar humedad de forma constante como suelos arcillosos y que puedan otorgar un nivel moderado de materia orgánica pero se adapta bien a otros arenosos y seco con pH ácido o neutro. Es común verlos crecer en los alrededores de ríos o cauces debido a que su humedad ambiental le viene muy bien y el suelo conserva gran fertilidad gracias a los sedimentos que periódicamente va liberando el agua (Vázquez, 2023).

Los sauces por sus características se adaptan bien a suelos de textura franco arenosa, es decir suelos sueltos con una proporción de partículas de arena: 65 - 75 %, limo: 15 - 25 % y arcilla: 5 - 15 %. Es importante que el suelo sea profundo al menos de 0.8 - 1 m, que tenga una buena aireación y no ser arcilloso ni compacto. En cuanto a fertilidad, interesan los siguientes valores medios a lo largo de la parcela donde irán plantados los

álamos. pH óptimo: 6.5 – 7; materia orgánica: 3 - 5 %; fertilidad: niveles mínimos asimilables: N= 50 ppm, P= 30 ppm, K= 100 ppm.

El pH adecuado oscila entre 6.5 a 7, aunque algunos soportan hasta pH 8. La concentración de Cloruro de sodio debe ser menor al 0.5 % y la relación Sodio/Calcio menor al 12 %. El Calcio es un elemento importante y debería estar en proporciones del 70 - 75 % del total de cationes intercambiables, en tanto que el nivel adecuado de Potasio es de 2.5 - 5 %. La presencia de sales constituye un factor limitante de primera magnitud, si no se encuentran soluciones razonables económicas y fiables. En este contexto, de todos es sabido el importante papel que puede jugar una buena nivelación, una correcta red de drenaje y una aplicación abundante agua de riego. El contenido de sales no debe superar los 4 micromohos (Amico, 2020).

1.3.6 Plagas del sauce llorón.

Según Bellido,(2023) plantea que las *plagas* que atacan al sauce llorón son:

Plagas:

- Pulgón Gigante de Sauce (*Tuberolachnus salignus* G). Es una de las plagas más populares que pueden llegar a producir importantes daños evitando el desarrollo y salud del ejemplar. Se alimenta de las partes tiernas y todavía jóvenes de las plantas por lo que puede un poco notar su presencia de forma específica.
- Cochinilla (*Dactylopius coccus* C). Puede llegar a ser muy común en este tipo de árbol la cual es oportunista y tiende alimentarse de la savia de los árboles. Es una plaga difícil de erradicar puesto que cuenta con caparazón que la protege y hace complicado que el insecticida entre en su organismo; por otra parte tiende a reproducirse bastante rápido por lo que hace mucho más compleja su eliminación final por lo que en estos casos se recomienda podar las zonas afectadas con la mayor rapidez que se pueda cuidando de no dañar el árbol.
- Galena (*Galega Officinalis* L). Esta enfermedad se encuentra mayormente asociada con sauces llorones jóvenes puesto que cuentan como mucho menos fuerza y vigor. Su desencadenante es el hongo *Stereum purpureum*, el cual se disemina rápidamente por el ejemplar dejándolo débil y atrofiando su desarrollo. La principal forma de

reconocer la enfermedad es gracias a que ocasiona manchas o áreas de color blanquecino en la planta.

- Barrenadores del plana (*diatraea saccharalis* C). Atacan las porciones de árboles que ya han sido heridos y pueden matar ramas o árboles enteros. Las larvas de escarabajos adultos metálicos son de color claro y tienen una distintiva ampliación aplanada detrás de una cabeza pequeña. Las larvas excavan túneles bajo el corte que pueda causar una zona húmeda y ñoña en el tronco principal que finalmente puede quebrar.
- Gusano perforador (*Round headed P*). Los adultos son escarabajos cilíndricos medianas a grandes que a menudo exhiben colores brillantes. El barrenador del álamo es una especie común que ataca a sauce. Roundheaded barrenadores normalmente atacan plantas ya dañadas. Los síntomas de una infestación incluyen corteza agujeros y manchas o supurando líquido. Follaje puede decolorar y marchita y ramas o plantas enteras incluso pueden morir (Journalisimo, 2023).

Enfermedades

Costra de Sauce. Es una enfermedad común entre los miembros de la familia salicáceas, es un hongo de propagación acelerada que consigue en poco tiempo que el árbol sea completamente víctima de él.

- Oídio (*Podosphaera leucotricha* E). Este suele ser un hongo muy común en el Sauce llorón, causando una enfermedad que rápidamente puede volverse intensa y difícil de tratar. La mejor forma de tratar este hongo es buscando un polvo de aspecto blanquecino o gris el cual genera y deja sobre las hojas (Journalisimo, 2023).

Propagación *in vitro* del sauce llorón.

Alarcón (2020), establecieron una vía de propagación *in vitro* de sauce llorón a partir de segmentos nodales donde emplearon tres tratamientos con hipoclorito de sodio al 1 %, bicloruro de mercurio al 0,1% y una doble desinfección con ambos agentes desinfectantes. En este último tratamiento se obtuvo un 71 % de segmentos de nodales desinfectados. En el experimento *in vitro* se empleó el 6- BAP 2 mg L solo y combinado

con ácido giberelico en el que se logró una mejor respuesta con el uso de Bap solo con un 31.6 %, se realizó una comparación entre los medios de cultivo Palomos-Ríos, Chung y Carrasco y MMULT-1 y se comprobó que fue superior la multiplicación de los segmentos de nodales en el medio de Palomos-Ríos con un 100 % de brotación y un número de segmentos de nodales de 6, 42.

Velazco (2015), realizó estudios con la finalidad de determinar un medio de cultivo y concentración de hormonas de ácido indolacético (AIB) y citoquinina (KIN) más apropiado para la propagación de yemas auxiliares de sauce llorón provenientes de plántulas *in vitro*. Las yemas de sauce fueron desinfectadas por inmersión en etanol 70 ° (1 minuto) seguida de una solución de NaOCl (hipoclorito de sodio) al 1 % más el agregado de dos gotas de Tween durante 5 minutos y en agitación. Finalmente se determinó una mejor relación de (AIB) y (KIN) en la propagación de yemas auxiliares de sauce que fueron las concentraciones del T2 con concentraciones de 1,0 AIB Y 1,0 KIN mg/L en el medio Murashige.

1.3.5. Usos del sauce en el contexto del manejo de plagas.

1.3.5.1. Control de insectos plagas.

Los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una alternativa a los agrotóxicos o plaguicidas químicos, derivados de algunas partes, o ingredientes activos de plantas que han evolucionado a la resistencia del ataque de fitopatógenos, produciendo estas sustancias en defensa de sus enemigos naturales; tales como: saponinas, taninos, alcaloides, di y triterpenoides, entre otros (Celis, 2012)

La aplicación de insecticidas naturales puede tener excelentes resultados, aun comparándolos con un insecticida de origen sintético o químico, como se muestra en la investigación realizada por (Cabrera R, 2016).

1.3.5.3. Control de bacterias

El manejo de las enfermedades bacterianas en plantas se ha hecho mundialmente difícil debido a la resistencia a los productos químicos que durante muchos años han sido empleados en la agricultura. El uso de extractos acuosos vegetales como bactericidas

naturales para el control de las bacterias fitopatógenas, representa una nueva alternativa agroecológica para los agricultores (Chirinos, 2013).

Sulaiman (2013), realizaron un estudio para evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de corteza de *Sáliz alba* L., perteneciente al género sáliz y familia salicaceae; igual que *Sáliz babylonica* L. Determinaron que *Sáliz alba* L. manifestó mayor comportamiento antibacteriano contra *Staphylococcus aureus* R.; mediana actividad contra *Pseudomonas aeruginosa* M. y no presentó efecto contra *Escherichia coli* E. y *Klebsiella pneumoniae* T. Las concentraciones evaluadas fueron 10, 20, 40, 60 y 80 mg/ml, mediante la técnica de difusión en agar; observándose los mayores halos de inhibición a 80 mg/ml.

Por otra parte Wahab. et al(2018) evaluaron los extractos metanólicos de las hojas y la corteza de *Sáliz babylonica* L ; además de sus fracciones de éter de petróleo, cloruro de metileno y acetato de etilo (diluidos en dimetilsulfóxido), para determinar su actividad antimicrobiana frente a bacterias Gram positivas (*Staphylococcus aureus* R.) y Gram negativas (*Escherichia coli* E, *Klebsiella pneumoniae* T y *Pseudomonas aeruginosa* M.), utilizando la técnica de difusión en agar y el extracto a una concentración de 100 µg. Los resultados mostraron que tanto el extracto metanólico de las hojas y de la corteza tienen actividad antimicrobiana de moderada o débil, contra los microorganismos desafiados; observándose los mayores halos de inhibición (10 mm) con *Pseudomonas aeruginosa* M, seguida de *Klebsiella pneumoniae* T (9 mm), finalmente *Escherichia coli*, *Staphylococcus* E. (8 mm).

La actividad antimicrobiana del extracto metanólico del sauce llorón se comprobó sobre las bacterias: *Bacillus subtilis* C , *Listeria* sp y *Staphylococcus aureus* R. de importancia en la salud por el método de maceración. Y se comprobó que el extracto metanólico del mismo a diferentes concentraciones puede ser una alternativa para el tratamiento de las mismas (Alamilla, 2020).

Capítulo 2 Materiales y Métodos

Ubicación de la Investigación

La investigación se realizó en la Sección de Micología perteneciente al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Cienfuegos en el periodo comprendido desde enero 2022 hasta septiembre 2023, la investigación fue de tipo no experimental

2.1. Caracterización del sauce llorón desde el punto de vista fitogeográfico.

- Para la ubicación geográfica del sauce llorón (*Salix babylonica* .L) en el municipio de Cienfuegos se realizó una prospección en el periodo comprendido desde enero 2022 hasta septiembre 2023, indagando con especialistas de Jardín Botánico de Cienfuegos, de la Empresa Forestal Integral, de la Delegación Provincial de la Agricultura y de la Unidad Provincial de Flora y Fauna.
- A partir de los criterios emitidos se listaron los sitios potenciales donde estará presente *S. babylonica* L
- Se visitaron los 25 sitios para constatar la presencia de la especie objeto de estudio y su posterior representación en un mapa
- En cada sitio se establecieron las coordenadas geográficas con un GPS manual y se determinó la altitud e intensidad de la luz con el empleo de un monitor portátil

2.2- Caracterización los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el Municipio de Cienfuegos.

Para la caracterización de los suelos se utilizaron los datos emitidos de los informes de trabajo del Departamento Provincial de Suelos ubicado en la Delegación Provincial de la Agricultura Cienfuegos.

Según la ubicación geográfica del árbol de sauce se caracterizó el suelo considerando.

1. Tipo de suelo
2. Textura
3. Material basal

Con el empleo del monitor portátil se determinó

1. Temperatura del suelo
2. Humedad del suelo
3. Humedad del aire

2.3- Valoración de forma preliminar *in vitro* el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium* sp.

Obtención del material vegetal.

Como material vegetal se utilizaron hojas de sauce llorón, estas fueron recolectadas en horas tempranas de la mañana en el área correspondiente a la Base camiones en Venta de Río del municipio de Cienfuegos.

Obtención del polvo a partir de las hojas de sauce llorón

Las hojas recolectadas fueron puestas a secar a temperatura ambiente por un periodo de cinco días y para concluir el proceso de secado se pasaron por la estufa por un periodo de cinco minutos a una temperatura de 60°C y fueron trituradas en un molino manual para obtener el polvo (Puente, 2007).

Obtención del extracto en forma líquida.

Una vez obtenido el polvo se preparó la solución del sauce por el método de maceración (extracto vegetal/ agua destilada) con los pesajes correspondientes se tomaron las cantidades deseadas para obtener las concentraciones de: 25 %, 50 % y 75 %. Se dejó en reposo por 24 horas.

Pasado este tiempo se utilizó una gasa estéril y se extrajo el extracto puro para ello se utilizó el (método de percolación), el medio de cultivo utilizado fue Papa-Dextrosa - Agar (PDA) se depositó en elermeyers de 100 mL y se le adiciono la cantidad del extracto obtenido para cada concentración.

Luego se vertió el medio de cultivo envenenado en las placas de Petri ya señalizadas y luego se sembró el hongo el cual se incubo a una temperatura de 25 ° C (Eve, 2020).

Origen y aislamiento del hongo

Se tomaron 25 semillas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L) del cultivar Habichuela Cantón I procedente de la Finca Provincial de Semillas ubicada en la provincia de Cienfuegos municipio Abreus las que fueron montadas en cámara húmeda (Blotter test 1987), para ello se utilizó papel de filtro y agua destilada estéril, las semillas se ubicaron en placas de Petri y se incubaron en un cuarto climatizado con temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y alternancia de luz y oscuridad por un periodo de cinco a siete días. Posteriormente con la finalidad de obtener un cultivo monospórico se sembró el hongo *Fusarium* sp en medio de cultivo Papa-Dextrosa - Agar (PDA) y se incubó por un período de cinco días para su posterior utilización.

Preparación del medio de cultivo.

El medio de cultivo una vez preparado se envasó en erlermeyers de 100 ml de capacidad de acuerdo a las proporciones previamente calculadas hasta obtener el rango de concentraciones en estudio.

Se esterilizó en autoclave por 15 min a 121°C . Luego se dejó enfriar hasta 45°C y se añadieron las cantidades definidas de las soluciones madres y se extendieron en placas de Petri de 9 cm de diámetro.

Se empleó un tratamiento y un testigo absoluto con cuatro replicas cada uno, empleando las concentraciones del 25 %,50 % y 75 %

Ensayos “*in vitro*”

Actividad antifúngica del extracto acuoso del sauce.

Para evaluar el efecto fungicida del extracto acuoso del sauce llorón, se montaron cuatro placas o réplicas por concentración. Se realizaron transferencias del cultivo del hongo de cinco días de edad tomando círculos de inóculo 0,5 mm con un perforador (orador) los cuales fueron colocados en cada placa con el tratamiento en cuestión. Se incluyó una variante con medio de cultivo sin adicionar ningún tipo de extracto (testigo absoluto). Las placas fueron incubadas a 25°C en la oscuridad y la evaluación se inició a partir de las 72 horas.

CAPITULO 3 Resultados y Discusión

3.1. Caracterización del sauce llorón desde el punto de vista fito geográfico en el municipio Cienfuegos.

Salix babylonica L. no es una planta muy extendida en la provincia de Cienfuegos, su presencia es aislada y con un reducido número de ejemplares, lo que indica que no ha habido un interés manifiesto por diseminarla y aprovechar las enormes bondades que ofrece en diferentes ramas como la perfumería, la medicina, entre otras.

La ayuda brindada por especialistas del Jardín Botánico de Cienfuegos, de la Empresa Forestal Integral, de la Unidad de Flora y Fauna y de la Delegación Provincial del MINAG, permitieron localizar la presencia del sauce llorón en el municipio de Cienfuegos. A partir de los criterios de los citados especialistas se listaron 25 sitios donde estaría presente esta planta de la familia salicácea, los cuales fueron visitados en su totalidad

De los 25 sitios referenciados por los especialistas, se pudo verificar que en solo seis de ellos está presente la planta, en 12 estuvo anteriormente pero ya no está y en siete nunca estuvo presente, según testimonio de quienes viven cerca o trabajan en cada espacio visitado.

Los ejemplares localizados presentan estados diversos y poco nivel de atención técnica que garantice su normal crecimiento y desarrollo, así como su multiplicación. Esto evidencia que es una planta fuerte, resistente a las adversidades y que posee un nivel alto de adaptación a las condiciones de suelo y clima existentes en el país y en particular en la provincia de Cienfuegos por lo que su generalización podría lograrse sin mayores dificultades

Una descripción de la planta en cada uno de los espacios donde fue localizada, con una breve caracterización de lugar y de la planta, el número de ejemplares y otros elementos geográficos y del suelo se presentan a continuación. El mapa que se muestra en la figura 1, permite visualizar los referidos sitios.

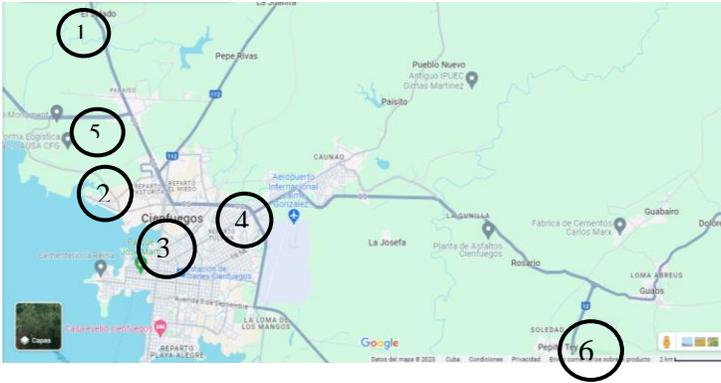


Figura1: Localización de los escenarios donde está presente *S. babylonica* L.

Fuente: El propio autor

1. Base de camiones EMCARGA Cienfuegos. En fue uno de los lugares que primero se mencionó por los especialistas. Se encuentra en la carretera a Rodas entre los asentamientos Paraíso y Venta del río. Aquí se localizan tres ejemplares de *s. babylonica* con diferentes estados, como puede apreciarse en las imágenes que se muestran a continuación, su altura varía entre 3 y 4 metros mientras el diámetro del área foliar no sobrepasa los 3 m. Su uso en este lugar es ornamental y la atención que recibe solo consiste en mantener el césped bajo en sus alrededores. No recibe ninguna otra atención, incluso en varias ocasiones se ha querido eliminar para aprovechar esa área en la siembra de cultivos varios.



Figura 2. Sauce llorón en la Base de Camiones EMCARGA Cienfuegos

2. Centro Politécnico de Septiembre. Ubicado en la carretera a O´bourque del consejo popular Pastorita-O´bourque. Se visualizó la presencia de cinco ejemplares de *s. babylonica* con apariencia variable, (figura 3), desde uno en estado muy desfavorable hasta uno muy frondoso, este último se encuentra cercano a la cocina comedor, en un

área relativamente baja donde hay mayor disponibilidad de humedad lo que ha permitido su mejor desarrollo para alcanzar una altura de aproximadamente 6 m, un diámetro de 5 m y ramas que cuelgan hasta el suelo. La atención que reciben estas plantas, cuyo fin también es ornamental, se limita a regular el césped a sus alrededores y retirar las hojas y ramas que caen de forma natural. La proximidad al mar (alrededor de 150 m) y la baja altitud (2 m) no son limitantes en el desarrollo del sauce llorón



Figura 3. Sauce llorón en Centro Politécnico de Septiembre

3. Paseo del Prado. Este conocido sitio por su atractivo turístico es otro de los lugares donde se constató la existencia de la planta objeto de estudio, específicamente en calle 37 (Paseo del Prado) entre las avenidas 66 (Hernán Cortés) y 68 (Padre las Casas), como se aprecia en la figura 4. Cuatro son los ejemplares identificados, los que, al igual que el sitio anterior, están muy cerca del mar (menos de 400 m) y con una altitud próxima a la cota 0, estos no presentan el mismo nivel de desarrollo, caracterizándose por menor área foliar, menor altura e incluso menor diámetro del tallo. Aunque la atención que se presta a todas las plantas presentes en el prado cienfueguero por parte del personal encargado es sistemática e incluye el riego, la poda, entre otras, es atribuible este limitado desarrollo a las características del sustrato sobre el cual se desarrolla la planta a lo que se suma, que por razones estéticas y de higiene, se retiran continuamente las hojas que caen, que no llegan a descomponerse y por tanto no se convierte en fertilizante para el suelo y la planta.



Figura 4. Sauce llorón en el Paseo del Prado

4. Palacio de los matrimonios. La presencia de la planta en este importante centro comunitario, con una altitud de 22 msnm, tiene también función ornamental y que es testigo, a través las imágenes, del momento en que muchas parejas de Cienfuegueros han decidido unir formalmente sus vidas. Un solo ejemplar presente, el que recibe atención sistemática consistente en el suministro de agua (no de manera controlada), poda, limpieza de los alrededores, principalmente. El mismo muestra buena apariencia como se puede observar en la figura 5, desarrollo foliar amplia.



Figura 5. Sauce llorón en el Palacio de los matrimonios

5. Fábrica de Petrocasas. Ubicado a orillas del vial CEN-Refinería de Petróleo, en el Km 2, con una altitud de 33 msnm, este establecimiento muestra un ejemplar del sauce llorón de una edad aproximada de 10 años



Figura 6. Sauce llorón en Fábrica de Petrocasas

6. Jardín Botánico de Cienfuegos. Ubicado a 16 kilómetros de la ciudad de Cienfuegos, en la carretera a Trinidad o Circuito sur, próximo al antiguo central Soledad, posteriormente Pepito Tey, nombre con el que se identifica el Consejo Popular al cual pertenece. Con una altitud de 50 metros, pluviosidad media anual de 1400 mm y temperatura media de 24.5 °C se convirtió en escenario adecuado para que los dos ejemplares existentes allí manifiesten un buen desarrollo, el que se manifiesta en su altura (superior a los 8 m), diámetro de 6 m con ramas que cuelgan hasta el suelo



Figura7. Sauce llorón en Jardín Botánico de Cienfuegos

Como se muestra en la tabla 1, los seis espacios en los que se encontró presencia de *s. babylonica* tienen coincidencia en varios de los elementos que permiten realizar la

caracterización fitogeográfica, tales como: altitud, Iluminación, número de ejemplares, altura, diámetro del área foliar. Las diferencias encontradas entre los diferentes ejemplares de un mismo sitio y entre los sitios evaluados se deben fundamentalmente al insuficiente manejo de la planta.

Tabla: 1. Características de los ejemplares de *S. babylonica* L. del municipio Cienfuegos

Caracteres	Escenarios					
	1	2	3	4	5	6
Número de ejemplares	3	5	4	1	1	2
Ubicación	22.20 LN 80.46 LO	22.16 LN 80.46 LO	22.15 LN 80.45 LO	22.16 LN 80.42 LO	22.18 LN 80.47 LO	22.12 LN 80.32 LO
Altitud (msnm)	23	2	2	22	28	50
Iluminación (Lux)	80 000	78 000	83 000	79 000	81 500	72 000
Altura planta (m)	3-4	6	3-4	5	4.5	6
Diámetro follaje (m)	3	5	1-2	4	2,5	5

Fuente: el propio autor

Las condiciones ecológicas en los lugares evaluados se ajustan a las exigencias de esta planta, lo que le propicia sobrevivir a las adversidades que en cada lugar enfrenta, como el mal manejo, al carecer de fertilización, riego, entre otras. Los principales caracteres mostrados por las 16 plantas de sauce registradas en los diferentes escenarios permiten

describir su adaptabilidad a alturas desde 0 hasta los 50 msnm, donde la iluminación puede llegar hasta los 83 000 Lux, alcanzando una altura entre 3 m y 6 m y un diámetro del follaje de 1 a 5 metros, todo ello en condiciones de mínima atención cultural. Estos valores difieren con lo reportado por Gutiérrez (2013) citado por Vera, (2022) que indica que *Salix babylonica* L., una especie introducida como planta ornamental por la belleza de sus ramas que cuelgan hasta el suelo de hasta 18 m de alto y 8 -10 m de diámetro; tronco de corteza gris rugosa de hasta 80 cm de diámetro.

3.2. Caracterización de los suelos donde se encuentra ubicado el sauce llorón en el municipio Cienfuegos.

Una vez identificados los lugares donde está presente la planta del sauce llorón con su ubicación geográfica, se procedió a caracterizar el suelo para lo que se contó con la participación de los especialistas del departamento homónimo de la Delegación Provincial del MINAG.

De acuerdo con última clasificación genética de los suelos de Cuba de Hernández (2015), el tipo predominante en todos los escenarios estudiados es Pardo con Carbonato, los que se caracterizan por ser de mediano a poco profundos y se ha formado sobre cualquier tipo de roca.

Estos suelos son ideales para el normal desarrollo de la planta considerando los criterios de Hernández (2015), quien plantea que los suelos Pardo con carbonato tienen una capacidad de intercambio catiónico mayor de 30 cmol kg⁻¹ en arcilla, contenido en hierro libre menor de 3 %. Los Subtipos de suelos están dados por la presencia de horizonte mullido, de horizonte húmico, características eslélicas, características vérticas, presencia de horizonte cálcico, propiedades gléycas por debajo de 50 cm de profundidad, evolución agrogénica o erogénica

La textura predominante, como se observa en la tabla 2, es la arcilla, con la excepción del área del Politécnico 5 de septiembre que es arenosa-arcillosa. Las partículas en este tipo de estructura tienen diámetros inferiores a 0.002 mm con una baja capacidad de infiltración del agua y elevada retención del agua. Estos suelos son ricos en arcillas, de ahí su nombre y nutrientes. Una característica de estos suelos es la formación de

agregados como resultado de la unión de las partículas finas que lo forman, presentan mal drenaje y son difíciles de trabajar.

El material basal que dio origen a los suelos estudiados es la caliza, en cuatro de los cinco escenarios, solo es diferente la del Jardín Botánico, que es roca carbonatada, que es un tipo de roca sedimentaria rica en carbonatos de calcio o de otros carbonatos

Tabla 2. Tipo de suelo, textura y material basal de cada lugar donde se interceptó *Salix babylonica* L

Localización	Tipo de suelo	Textura	Material basal
Petrocasas	Pardo con carbonato	Arcilla	Caliza suave
Base de Camiones Venta del Rio	Pardo con carbonato	Arcilla arenosa	Caliza dura
Politécnico 5 de septiembre	Pardo con carbonato	Arena arcillosa	Caliza suave
Palacio de los matrimonios	Pardo con carbonato	Arcilla loamosa	Caliza dura
Jardín Botánico de Cienfuegos	Pardo con carbonato	Arcilla	Rocas carbonatadas

Fuente: El propio autor

Durante las observaciones a las plantas se realizaron mediciones a la temperatura y humedad del suelo y a la humedad del aire, como indicadores que permiten caracterizar a los sustratos donde se desarrollan las plantas (tabla 2). En general las zonas objeto de estudio presentan una temperatura del suelo entre 25,1 °C y 28,8 °C, la que puede considerarse alta, sin embargo, para *S. Babylonica* es aceptable dada la rusticidad de esta planta (Arias, 2020).

La humedad presente en suelo mostró valores entre 6,6 y 12,5 % hasta una profundidad de 20 cm. Son valores bajos si se considera que la humedad ideal para el



desarrollo de cualquier cultivo varía entre el 20 % y el 35 % en dependencia del tipo de suelo y del tipo de cultivo. A pesar de ello, para *Salix babylonica* es aceptable por dos razones, la primera es que su sistema de raíces va más allá de los 20 cm y la segunda que su rusticidad y adaptabilidad le permiten sobrevivir en estas condiciones, según las consideraciones de Benavides (2023) que considera a *S. babylonica* como una planta capaz de adaptarse a los más variados climas y suelo

Sánchez & Peralta (2013) citados por Palma (2019) plantean que la planta puede extenderse en cualquier clase de terreno, aunque prefiere los suelos húmedos. Su multiplicación es principalmente por esquejes, soporta bien el frío y crece vigorosamente con rapidez, requiriendo grandes cantidades de agua. (ver tabla 3)

Tabla 3: Variables del suelo y el aire en los sitios donde se encuentra el sauce llorón

Sitio	Temperatura suelo (°C)	Humedad del suelo (%)	Humedad del aire (%)
Base de Camiones Venta del Rio	26.1	11.8	76.5
Politécnico 5 de septiembre	25.4	6.8	76.8
Paseo del prado	28.8	9.2	73.7
Palacio de los matrimonios	25.3	12.5	75.2
Fábrica de Petrocasas	26.9	6.6	72.1
Jardín Botánico	25.1	8.7	74

Fuente: El propio autor

3.3. Valoración de forma preliminar *in vitro* el efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium* sp.

Para la obtención del extracto acuoso del sauce llorón se siguió un proceso que partió de la selección del lugar donde se recolectaría el material vegetal hasta llegar a la obtención del polvo para la formulación del extracto a diferentes concentraciones que posteriormente se sometería a la valoración de su efecto controlador sobre el hongo *Fusarium* sp, como lo ilustra la figura 8.

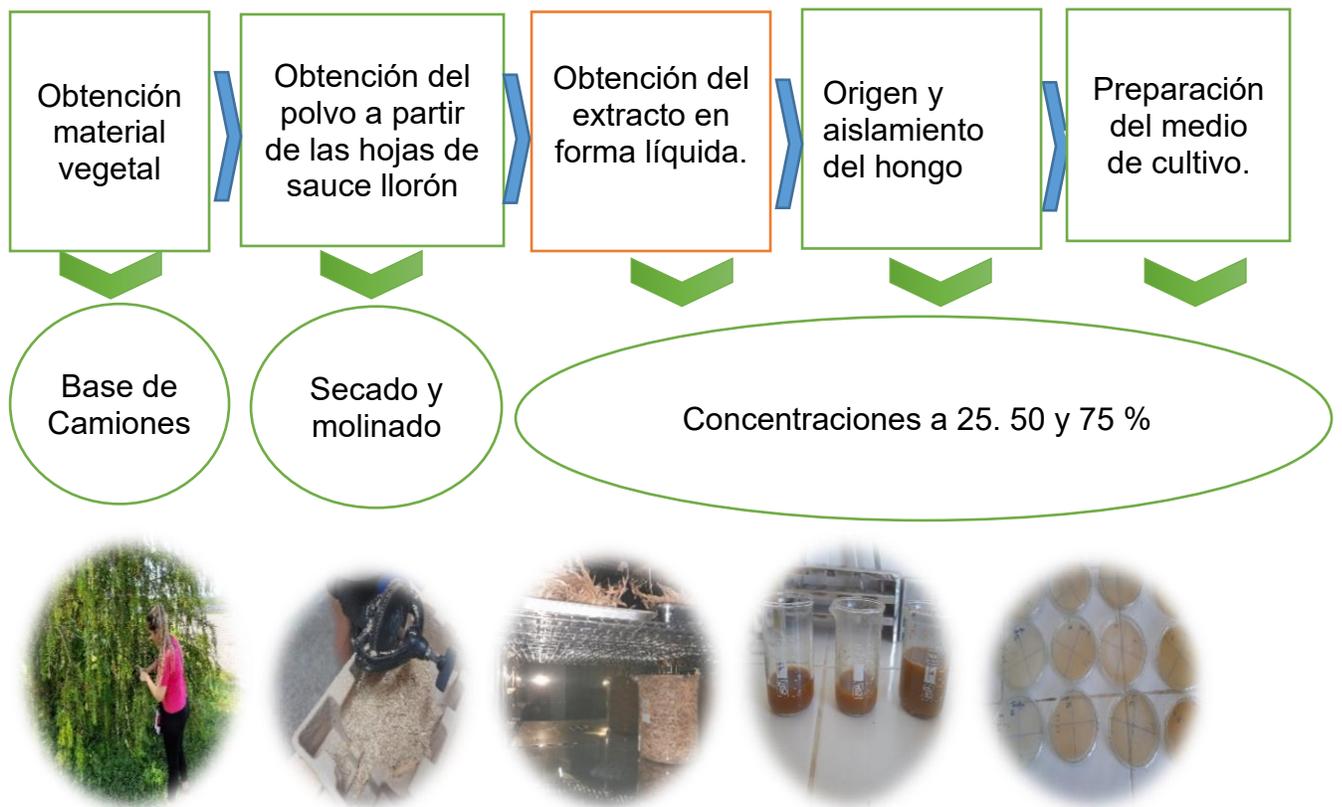


Figura 8: Proceso de obtención y preparación del extracto acuoso del sauce llorón

Fuente: El propio autor

Por las características de los ejemplares se decidió tomar las muestras de la base de camiones, de donde se recolectaron 8 kg de hojas de manera cuidadosa y escalonada alrededor de la planta y desde la base hasta los 2 m de altura. La recolección se realizó en horas tempranas de la mañana (inició a las 7:30 am y concluyó a las 11:00 am) Las

hojas se colocaron cuidadosamente en sacos de nylon para su traslado hasta el lugar de secado

El secado se realizó al sol durante cinco días en el horario comprendido de las 9:00 am a las 4:00 pm, en bandejas de aluminio. El estado de las hojas ya secadas aún no permitía el molinado por lo que fue necesario pasarlas por la estufa para que alcanzara el nivel de secado que permitiera procesarla y obtener el polvo. En diferentes momentos del secado se fueron realizando pruebas para determinar si ya tenía el estado óptimo para molerlas.

Con el polvo obtenido se preparó, por maceración, la solución del sauce (extracto vegetal + agua destilada) para obtener las concentraciones de: 25, 50 y 75%. Luego se extrajo el extracto puro y se colocó en el medio de cultivo utilizado fue Papa-Dextrosa - Agar (PDA) y se depositó en elermeyers de 100 ml y se le adiciono la cantidad del extracto obtenido para cada concentración.

Un momento importante fue verter el medio de cultivo envenenado en las placas de Petri y la siembra del hongo el cual se incubó a una temperatura de 25 ° C para efectuar la evaluación del efecto biocontrolador. El cumplimiento de las normas de seguridad estuvo presente durante todo el montaje del experimento para evitar contaminaciones que modifiquen el resultado

El efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón sobre el hongo fitopatògeno *Fusarium* sp aislado de semillas de habichuela del cultivar Habichuela Cantón I en las tres concentraciones evaluadas 25 %, 50 % y 75 %, manifestó inhibición total del crecimiento micelial del hongo a los tres días de estar interactuando el extracto con el hongo presentando un halo que pudiera estar relacionado con la acción de los metabolitos secundarios presentes en el extracto.

Estos estudios corroboran los resultados obtenidos por García et al. (2017) quienes determinaron la efectividad biológica del extracto acuoso de nim (*Azadirachta indica* A.) sobre *Fusarium* sp aislado de semillas de habichuela y comprobaron que la concentración del 50 % resultó ser un buen candidato para el control del mismo.

Resultados similares obtuvieron Hanaa et al. (2011), en estudios realizados en Chiapas, México con el empleo del extracto acuoso de sauce llorón en plántulas de tomate

(*Solanum lycopersicum*); donde se redujo la incidencia de la enfermedad de la marchitez por *F. oxysporum* hasta casi un 30 %.

Los resultados en el presente estudio coinciden con los obtenidos por Hernández, (2022) quienes utilizaron ocho extractos vegetales entre ellos el sauce y evaluaron su efectividad biológica a las concentraciones de 50 %, 75 % y 100 % sobre el hongo *Fusarium equiseti* y obtuvieron una efectividad entre el 75 % y 83 %.

CONCLUSIONES

1. El sauce llorón fue encontrado en diversos sitios del municipio Cienfuegos
2. Las características de los suelos donde está presente (*Salix babylonica* L).son representativos de la provincia.
3. El efecto biocontrolador del extracto acuoso del sauce llorón manifestó inhibición total del crecimiento micelial del hongo

RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta que después de la prospección realizada y por la importancia que tiene el sauce llorón en lo económico y lo social, fuera factible incrementar su presencia en la provincia proponiendo su diseminación en el municipio de Cienfuegos.
2. Extender el estudio del efecto biocontrolador del sauce llorón en condiciones de campo.

Bibliografía

- Alamilla, G. (2020). *Efecto antimicrobiano del extracto metanolico de Salix Babylonica en la Salud Publica.*
- Alarcòn, R. P. (2020). *(Propagacion in vitro de Salix babylonicaa partir de segmentos de nodales). Revista cubana de ciencias forestales.*
- Amat, S. G. (2022). *Extractos botánicos en la agricultura. Pesticide , reduction .*
- Amico, I. (2020). *Viverización y cultivo de álamos y sauces en el No de Chambu. Universidad La Plata Argentina .*
- Arias, C. (2020). *(Arbolado publico en el barrioCentro, ciudad deSantiago del Estreno. Estado actual y conformidad de la normativa Municipal) . Revista Estudios Ambientales , 8 (1), 95-114.*
- Barros, S. (2009). *Álamos y Sauces, Las Salicaceas en el Mundo y en Chile. En: Ciencia e Investigación Forestal, 15(2), 243 – 254.*
- Bellido, A. (2023). *Plagas y Efermedades del Sauce lloron . Detencion , Causas y Soluciones .*
- Belmares, C. C. (2008). *. Jatropha dioica sus fitoquímicos ¿Buenos o Malos?. En: C. Aguilar, R. Rodríguez Herrera, S. Saucedo Pompa & D. Jasso Cantu, ed., Fitoquimicos sobresalientes del semidesierto mexicano: De la Planta a los Químicos Naturales y a la Biotecnología.*
- Benavides, H. M. (2023). *(Analisis Historico dendrologico de la cubierta arborea del bosque chapultepec). Revista Mexicana de Ciencias Forestales .*
- Bocourt, Y. M. (2021). *Efectividad de aplicación de bioplaguicida a través del sistema de riego localizado por micoaspersión en el cultivo del tomate.*
- Cabello, L.-R. (2018). *In vitro toxicological evaluation of essential oils and their main compounds used in active food packaging: a review. Food and Chemical Toxicology,.*
- Cabrera R, M. B. (2016). *Evaluación de dos insecticidas naturales y un químico en el control de plagas en el cultivo de frejol en el litoral ecuatoriano. IDESIA, 34(5), 27-35. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292016005000025> .*
- Caldas. (2012). *Agricultura Sostenible , extractos vegetales.*
- Cañigüeral, S. (2003). *Identidad y pureza de drogas vegetales y extractos. Cartagena: Seminario Taller sobre Estandarización de Extractos vegetales y Garantía de Calidad de Productos Fitoterápicos.*
- Castillo, E. &. (2007). *Manual de Fitoterapia. Elsevier.*

- Cayuela, M. S. (2018). *Los aceites esenciales, alternativa natural a los insecticidas.*
- Celis, A. (2012). *Bioensayos para potenciar extractos vegetales y controlar insectos y plagas del tomate.*
- Cerna, C. E. (2021). *Actividad de extractos de plantas y hongos entomopatógenos para el control del picudo de la guayaba (Conotrachelus dimidiatus Champion) Coleoptera: Curculionidae. Biotecnia, 23(1).*
- Chirinos, J. O. (2013). *Efectividad biológica de los extractos vegetales en el control in vitro de la bacteria fitopatógena Xanthomona . Instituto nacional de investigaciones agrícolas del estado Anzoátegui Venezuela .*
- Choudhary, C. (2015). *Bio-rational approach in plant disease management. Rashtriya Krishi, 10(2), 39-42. .*
- Delaney, T. (1994). *Uso de biorreguladores en el cultivo de hortalizas bajo. .*
- Díaz, A. (2013). *Bioplaguicidas ecológicos Recuperado de elespectador.COM.htm.*
- Environmental Protection Agency, (EPA). (2010). *Biopesticide demonstration grant program. Washington, DC U.S. Environmental Protection Agency. Office of Pesticide Programs (7511P) EPA 731-F-10-004. US Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov/pesp/publications/biodemo/bdp_brochu.*
- Ería, R. (2020). *Las aplicaciones y beneficios de los extractos naturales en nuestra vida diaria. <https://www.revistaeria.es/las-aplicaciones-y-beneficiosde-los-extractos-naturales-en-nuestra-vida-diaria/>.*
- Espinoza, O. (2021). *Tech school of nutrition. <https://www.techtute.com/ec/nutricion/blog/nuevos-ingredientesalimentarios> .*
- Eve. (2020). *Como preparar extractos vegetales empelando solventes . Laboratorio de Ever , <https://laboratoriodeeve.com>.*
- García, C. (2010). *Preparación de extractos vegetales Determinación de eficiencia de metódica. (Tesis previa a la obtención del título de Bioquímica y Farmacéutica).*
- García, G. V. (2017). *fectividad tecnica in vitro de cuatro extractos vegetales contra hongos patogenos en semillas de habichuela.*
- Glare, T. R.-D. (2016). *MicrobialBased Biopesticides: Methods and Protocols.*
- González, A. (2019). *Bioplaguicidas, una opción para una agricultura más sostenible.*
- Gutiérrez, E. G. (2012). *Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas.*
- Hanaa, R. S. (2011). *Effect of neem and willow aqueous extracts on Fusarium wilt disease in tomato seedlings: Induction of antioxidant defensive enzymes. Annals of Agricultural Sciences, 56(1).*

- Herman, R. (2019). *Essential oils and their applications-A mini review*. *Adv Nutr Food Sci*, 4(4), 1-13. .
- Hernández, A. G. (2022). *Manejo alternativo de plagas y enfermedades del nopal verdura (Opuntia ficus-indica) en tlalnepantla, Cuernavaca, Morales*.
- Hernández, A. J. (2015). *La Clasificación de los suelos en Cuba* .
- Hoyos, A. (2022). *Potencial de los aceites esenciales en el control de Phytophthora cinnamomi Rands y Fusarium sp. in vitro en Cinnamomum verum*. *Terra Latinoam*, 40.
- Journalisimo. (2023). *Insectos que matan a los sauces llorones* .
- Kagale. (2004). *Antimicrobial activity and induction of systemic resistance*.
- Kagale, S. (2004). *Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of Datura metel/ against Rhizoctonia solani and Xanthomonas oryzae pv. Oryzae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 65(2), 91-100.
- Klessig, D. F. (2009). *El Rol del Ácido Salicílico en Defensa en Plantas*.
- Kordali, S. (2005). *Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of Artemisia dracunculoides and of the antifungal and antibacterial activities of ...* *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 9452 – 9458.
- Kuklinski, K. (2003). *Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural*. Omega.
- Leng, P. (2011). *Applications and development trends in biopesticides*. *African Journal of Biotechnology*. 10(86), 19864-19873.
- Manal S, M. S. (2010). *Acaricidal activities of some essential and fixed oils on the two-spotted spider mite, Tetranychus urticae*. https://ejbsz.journals.ekb.eg/article_14314_4abd0f8d45e89eaa7eb4dcbac1d53e6.pdf.
- Medina, M. S. (2023). *Evaluación de macerados acuosos, en el enraizamiento de estacas de mora (Rubus glaucus Benth).* CEVALLOS - ECUADOR.
- Palma, J. (2019). *Evaluación del efecto de extractos del sauce (salix babylonica) sobre el crecimiento y desarrollo en cítricos injertados, en el cantón mira provincia del Carchi. (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Agricultura y Agrone)*
- Philogene, B. (2004). *Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y de hoy*. En: Regnault-Roger, C.; Philogene, B. y Vincent, C, (Ed). *Biopesticidas de Origen Vegetal*. Ediciones Mundi Prensa..
- Pieterse, C. (2019). *Salicylic acid-independent plant defence pathways*. *Trends in*.

- Puente, e. a. (2007). *Efecto de diversos extractos de plantas sobre los hongos fitopatógenos del suelo Rhizoctonia solani (Kuhn) y Sclerotium rolfsii (Sacc.)*. (Tesis para la obtención de grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias). Universidad Centra.
- Ramírez, I. (2009). *Actividad antibacteriana de aceites esenciales de Lippia origanoides de diferentes orígenes de Colombia*. *Ciencia* 17(4), 313 – 321.
- Rodríguez, C. A. (2020). *Extractos vegetales para el control de Fusarium oxysporum, Fusarium solani y Rhizoctonia solani, una alternativa sostenible para la agricultura*. *Abanico Agroforestal*, (2), 1-13. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2020.7>.
- Rosello. (2012).). *Extractos naturales utilizados en la agricultura ecológica*. <http://www.cannabiscfe.net/foros/sh...as-cannAbicas>.
- Sáez Chávez, A. (2018). *Sauce lloron o el arbol de la melacolia*. <https://www.5septiembre.cu>.
- Sánchez, X. y. (2013). *Árboles de las áreas urbanas y suburbanas de Morelia, Michoacán, México*. *Biológicas. Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 9(1), 12-22.
- Sánchez., O. R. (2017). *Toxicidad de acaricidas para el ácaro rojo de Las Palmas Raiella indica (ACARI: TENUIPALPIDAE)*.
- Santamaría, C. (2015). . *Extractos vegetales aplicación para la reducción de estres*. <https://nutricionanimal.info/download/0315-enaWEB.pdf> .
- Sepulveda G, P. H. (2003). *(La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas)*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21 (3), 355-363.
- Shaaban, H. (2012). *Bioactivity of essential oils and their volatile aroma components: Review*. *The Journal of Essential oil Research*.
- Silva, G. (2001). *El Texto Mundial del MIP. Insecticidas Vegetales*. Facultad de Agronomía Universidad de Concepción Avenida Vicente Méndez. gosilva@udec.cl.
- Solís, P. D. (2003). *Manual de Caracterización y Análisis de Drogas Vegetales y Productos Fitoterapéuticos*.
- Staden, J. (2009). *Occurrence of a cytokinin glucoside in the leaves and in honeydew of Salix* .
- Stegmayer, M. I., Fernandez, L. N., & Álvarez, N. H. (2021). *(Aceites esenciales provenientes de plantas nativas para el control de hongos fitopatógenos que afectan a frutales)*. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 20 (1).

- Suleiman, E. (2013). *(Contenido fenolico, actividades antioxidantes, antimicrobianas y citotoxicas de el extracto etanolico de Salix Alba).* Revista estadounidense de Bioquímica y biotecnología.
- Vasco, E. I. (2011). *Investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D).* http://www.eustat.eus/documentos/opt_0/tema_426/ elem_1698/definicion.html.
- Vázquez, J. Y. (2023). *Sauce Llloron.*
- Velásquez, Z. U. (1998). *Fundamentos de medicina: Terapia dermatológica.* Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas (cib). .
- Velazco, N. I. (2015). *Propagacion in vitro de sauce para su uso en defensa ribereña.*
- Vera, M. R. (2022). *(Propagacion in vitro de Salix babylonica apartir de segmentos nodales).* Revista de Investigacion talentos, 3(2), 22-29.
- Wahab, e. a. (2018). Sallam A, Elgaml A, Lahhloub M, Afifi MS. 2018. *Antioxidant and.*
- Yparraguirre, H. C. (2021). *Actividad antifúngica de extractos vegetales contra rysiphe necator en el cultivo de vid en condiciones de campo en la región.* ICA-PERÚ †. *ropical and Subtropical Agroecosystems* 24, 46.
- Zapata, P. (2002). *Patentabilidad de los extractos vegetales.* http://www.ub.edu/centrepatents/pdf/doc_dilluns_CP/pardo_patentese xtractosplantas.pdf.
- Zeid, A. A. (2006). *Phenolics, volatiles and biological activities of Salix babylonica L. leaves and .*
- Zeiger, T. L. (2006). *Secondary Metabolites and Plant Defense.* Plant Physiology. Fourth Edition, Sinauer Associates.