



TITULO:

Efecto alelopático de *Solanum nigrum* L. sobre *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en la Empresa Agropecuaria Horquita

Autor: Gretty Sáez Mejías

Tutores: Ing. Niarfi Morejón López

MSc. Neivys Yanes López

MSc. Isabel Ortega Mesequer

Consultante: Dr. Leónides Castellanos González

“Año del 55 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

Cienfuegos

2015

Agradecimiento:

A mi familia por su apoyo y comprensión. A mi tutor Ing. Niarfi Morejón López por su trabajo abnegado esfuerzo y dedicación. A la Herbóloga del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos. Así como todo aquel que de alguna manera ha contribuido con su ayuda incondicional al logro de este trabajo.

Dedicatoria

A mí familia, por el amor y comprensión brindada durante los años de estudio, que me imperaron a culminar la formación profesional acorde a los principios morales, éticos y patrióticos de nuestra sociedad.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L. sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en la Empresa Agropecuaria Horquita bajo condiciones de laboratorio y de campo. El estudio se realizó desde Septiembre 2013 hasta mayo 2015, en el laboratorio de la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas y en las áreas de producción agrícola. La obtención del extracto acuoso de la especie *Solanum nigrum* L. se tomaron planta en la fase de floración - fructificación con tres meses de edad. Para las pruebas de laboratorio se realizaron tanto con extracto como con partes de la planta sobre placas petri con semillas de *R. cochinchinensis* y de *E. heterophylla* a cero; cinco; 10; 20 y 30 por ciento de dosis se comprobó su efecto alelopático pre emergente y post emergencia. Con los datos obtenidos de porcentajes de germinación, se realizó análisis de varianza transformando estos en $2 \arcsin \sqrt{p}$, las medias obtenidas de la medición de la radícula y/o hipócotilo fueron comparadas según Test de rangos múltiples de Duncan con un 5% de probabilidad de error utilizando el paquete estadístico STATISTIC para Windows. Para condiciones de campo se trabajó solo la dosis promisorio, evaluando el porcentaje de cobertura. A los 28 días de realizado el ensayo se evaluó la fitotoxicidad del extracto acuoso a las diferentes especies de malezas por tratamiento según escala de nueve grados. El extracto acuoso y los residuos de *Solanum nigrum* L. poseen efecto alelopático sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L." in vitro" y en condiciones de campo de la Empresa Agropecuaria Horquita.

Palabras claves: Alelopatía, fitotoxicidad, germinación, radícula y/o hipócotilo

Summary

The investigation had as objective to determine the effect alelopático of the watery extract and residuals of plants of *Solanum nigrum* L. about the germination and initial growth of *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) and *Euphorbia heterophylla* L. in the Company Agricultural Fork under laboratory conditions and of field. The study was carried out from September 2013 until May 2015, in the laboratory of the Station of Protection of Plants of Yaguaramas and in the areas of agricultural production. The obtaining of the watery extract of the species *Solanum nigrum* L. took plant in the floración phase - fructification with three months of age. For the laboratory tests they were carried out as much with extract as with parts of the plant it has more than enough badges petri with seeds of *R. cochinchinensis* and of *E. heterophylla* to zero; five; 10; 20 and 30 dose percent were proven their effect alelopático emergent pre and post emergency. With the obtained data of germination percentages, was he/she carried out variance analysis transforming these in 2 arc sen were $\sqrt{p}$, the obtained stockings of the mensuration of the radícula and/or hipócotilo compared according to Test of multiple ranges of Duncan with 5% of error probability using the statistical package STATISTIC for Windows. For field conditions one worked alone the promissory dose, evaluating the covering percentage. To the 28 days of having carried out the rehearsal the fitotoxicidad was evaluated from the watery extract to the different species of overgrowths for treatment according to scale of nine grades. The watery extract and the residuals of *Solanum nigrum* L. possesses effect alelopático on the germination and initial growth of *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton and *Euphorbia heterophylla* L." in vitro" and under conditions of field of the Company Agricultural Fork.

Key words: Alelopatía, fitotoxicidad, germination, radícula and/or hipócotilo

INDICE GENERAL		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1	Arvenses o malezas	5
2.2	Efectos perjudiciales de las arvenses	5
2.3	Control de arvenses	8
2.4	Efecto alelopático	9
2.4.1	Especies de plantas con propiedades alelopáticas	12
2.5	Herbicidas y aleloquímicos	15
2.6	Alelopatia de <i>Solanum nigrum</i> L.	15
3	Materiales y Métodos	19
3.1	Determinación del efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de <i>Solanum nigrum</i> L, sobre la germinación y crecimiento inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) y <i>Euphorbia heterophylla</i> L. " in vitro".	19
3.1.1	Obtención del extracto acuoso	19
3.1. 2	Determinación del efecto alelopáticos del extracto acuoso de <i>Solanum nigrum</i> L. sobre la germinación y crecimiento inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) y <i>Euphorbia heterophylla</i> L. " in vitro".	20
3.1.3	Determinación de efectos alelopáticos de los residuos de <i>Solanum nigrum</i> L. sobre la germinación y crecimiento inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) y <i>Euphorbia heterophylla</i> L. " in vitro".	22
3.2	Determinación del efecto del extracto acuoso de <i>Solanum nigrum</i> L, sobre la germinación y crecimiento inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) y <i>Euphorbia heterophylla</i> L. en condiciones de campo	23
4.0	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1	Determinación del efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de <i>Solanum nigrum</i> L, sobre la germinación y desarrollo vegetativo de las malezas " in vitro".	25

4.1.1	Determinación de efectos alelopáticos del extracto acuoso sobre la germinación y desarrollo de las malezas	25
4.1.2	Determinación de efectos alelopáticos de los residuos de <i>Solanum nigrum</i> L. sobre la germinación y crecimiento inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) Clayton y <i>Euphorbia heterophylla</i> L." in vitro".	29
4.2	Determinación del efecto del extracto acuoso de <i>Solanum nigrum</i> L, sobre la germinación y crecimiento inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) y <i>Euphorbia heterophylla</i> L. en condiciones de campo	30
5	CONCLUSIONES	36
6	Recomendaciones	37
7	BIBLIOGRAFIA	38

1. INTRODUCCIÓN

Durante miles de años, las prácticas agrícolas se basaron en la rotación de cultivos o en la siembra de cultivos mixtos para optimizar el control natural de las plagas (insectos, enfermedades y arvenses) (Dayan *et al.*, 2009). El convencimiento actual de que la producción agrícola basada en el control químico es insostenible o conduce a irreparables daños ecológicos, por esta razón Jasieniuk *et al.*, (1996) promueve la tendencia a desarrollar formas integradas para el manejo de las arvenses, en las que se introduzcan alternativas no agresivas para el medio.

Macías, (1995) sugiere, el empleo de aleloquímicos naturales o modificados como herbicidas, Pitty y Muñoz, (1993) plantean que entre las plantas con efecto alelopático estudiadas en Honduras se encuentra *Amaranthus* spp. que afecta el desarrollo de *Phaseolus vulgaris* L. y *Sorghum halepense* (L.) Pers así como de *Lantana camara* L. quienes afectan la germinación de *Raphanus sativus* L. y *Brassica oleraceae* L. var. *Capitata*. García *et al.*, (2005) demuestra que los residuos vegetales de malezas y sus mezclas con el suelo resultó que *Sorghum halepense* L., *Cyperus rotundus* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Echinochloa colonum* L. y *Crepis diffusa* L. poseen sustancias alelopáticas que reducen el crecimiento y desarrollo del *Zea mays* L.

Para Xavier, (2012) los mecanismos de la alelopatía todavía están poco estudiados y en consecuencia, son de difícil comprensión. Por ello en la actualidad, las aplicaciones prácticas de la alelopatía en la agricultura son limitadas, aunque la investigación futura, si se dirige en esta dirección, debe producir resultados útiles.

Los extractos vegetales con propiedades alelopáticas son de fácil degradación en el control de las arvenses y se pueden obtener de tal manera que sean selectivos dentro de los cultivos, lo cual regula las cantidades demandadas por el mismo. La importancia de avanzar en el estudio de la actividad alelopática de extractos vegetales, se manifiesta en la disminución de los costos de mantenimiento de los cultivos y en la reducción del

impacto ambiental que causa el uso de herbicidas (Macías, 2000; Ferguson y Rathinasabapathi, 2003).

Según Domínguez *et al.*, (2011) plantean que en Cuba se tiene el conocimiento de un grupo importante de plantas que presentan actividad biocida; así como, aquellas que inhiben el crecimiento de otras como la *Solanum nigrum* M. (hierba mora) que afecta la germinación, altura y diámetro del tallo de las posturas de *Lycopersicum lycopersicum* Karst.) (tomate). Este autor también señala que esta planta de la familia solanácea es rica en alcaloides esteroideos y que estos tienen gran semejanza estructural con los brasinoesteroides; quienes se encargan de regular el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

En la provincia de Cienfuegos se realizó según Ortega, (2009) un inventario sobre las plantas que tenían un efecto repelente o fitoplaguicida sobre los agentes nocivos que atacaban los cultivos en las diferentes manifestaciones de la Agricultura Urbana, donde resultaron 68 especies beneficiosas, entre ellas se encuentran malezas como, *Solanum globiferum* Dunal (guirito espinoso) y *Solanum mammosum* L. (guirito de pasión).

Conocer los efectos alelopáticos de unas especies sobre otras, permite determinar la compatibilidad entre ellas para el establecimiento de las asociaciones de cultivo en condiciones de producción y tecnologías de policultivos más adecuadas a las necesidades de una agricultura sustentable (Chou, 1995). Un paso previo a los estudios a campo es evaluar en laboratorio los efectos alelopáticos de extractos de plantas sobre la germinación y el crecimiento radicular de determinadas especies.

Por otra parte, la aplicación de una técnica basada en la alelopatía para el control de arvenses resulta en algunos casos viable económicamente, pues el cultivador tiene la posibilidad de obtener biopreparados caseros efectivos, a partir de las especies activas frente al bioensayo de alelopatía *in vitro* (Macías, 2000; Naumov, 1997). Debido a la poca eficiencia de los herbicidas utilizados actualmente y a los problemas toxicológicos que ellos causan, con este trabajo se busca contribuir al desarrollo de herbicidas

selectivos de origen botánico, a partir de la identificación de aleloquímicos (Rodríguez et al., 2002; Ferguson y Rathinasabapathi, 2003), mediante un tamizaje de las plantas recolectadas.

Hasta el momento no se tiene referencia de estudios acerca del efecto alelopático de *Solanum nigrum* L. sobre otras malezas que permita realizar un manejo agroecológico en la Empresa Agropecuaria Horquita.

Problema científico

El extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L. tendrá aleloquímicos capaces de afectar la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en la Empresa Agropecuaria Horquita en condiciones de laboratorio y de campo.

Hipótesis

Si en condiciones de laboratorio y de campo, el extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L. posee aleloquímicos capaces de derivar alelopatía que afecten la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en la Empresa Agropecuaria Horquita, entonces traerá a los productores una nueva alternativa de control y manejo de malezas no agresiva para el medio ambiente.

Objetivo general

Determinar el efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L. sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en la Empresa Agropecuaria Horquita bajo condiciones de laboratorio y de campo.

Objetivos específicos:

1. Determinar el efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L, sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. "in vitro".
2. Determinar el efecto del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L, sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en condiciones de campo.

2. Revisión bibliográfica.

2.1 Arvenses o malezas

Los arvenses (malezas) son plantas herbáceas y leñosas que brotan y crecen espontáneamente en los campos de cultivos. Muchas de estas especies se manifiestan como malezas (Pérez *et al.*, 2011).

Las arvenses no solamente poseen efectos negativos ellas también según Ochoa y Oyarzum (2008), constituyen en gran medida a la producción de abonos verdes, estas contribuyen a mantener e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y elevar su nivel general de fertilidad. Estas especies de crecimiento rápido por lo general se cortan y se entierran en el mismo lugar que crecen.

En los agroecosistemas pueden lograr ciertos beneficios cuando no están en las poblaciones que causan daños, están fuera del período crítico de interferencia (período en que el cultivo es dañado cuando hay presencia de malezas) o cuando se encuentran fuera de la superficie vital de los cultivos (Mederos y Amador, 2011).

Hay ciertas acciones o aportes que las malezas pueden proporcionar y que merecen considerarse como hospedante de insectos y microorganismos benéficos a los cultivos, remueven nutrientes de capas inferiores del suelo para que puedan ser absorbidas por los cultivos, liberan sustancias de acción repelente a organismos dañinos, dan cobertura a los suelos contra la erosión, mantienen la humedad del suelo evitando la evaporación, contribuyen al mantener el equilibrio biológico en cultivos, añaden materia orgánica al suelo, proporcionan alimento y refugio a la fauna y producen sustancias medicinales útiles así como, constituyen fuentes forrajeras (Cerna, 2013).

2.2 Efectos perjudiciales de las arvenses

La competencia e interferencia de las malezas, malas hierbas o plantas indeseables en los cultivos desde hace mucho tiempo han sido el factor menos considerado, debido a que se trata de plantas al igual que los cultivos y más aún porque los efectos no son

sensacionales y espectaculares como las acciones de insectos y patógenos. Entre tanto se ha demostrado que las malezas ocasionan mermas significativas de la productividad y producción, lo que se pone claramente en evidencia recién en el momento de las cosechas ya sea en la calidad como en la cantidad del producto agrícola (Cerna, 1994).

De acuerdo a reportes internacionales las pérdidas en agricultura se presentan en 9.6% por insectos, 13.6% por erosión, 16.7% enfermedades en animales, 26.3% enfermedades en plantas y 33.8% por malezas (FAO, 2012). En caña de azúcar puede afectar la cosecha hasta un 82% cuando no se efectuó ningún control de malezas, Arevalo *et al.*, (1997) y en forestales las malezas afectan mayormente en viveros (Cerna, 1977).

Por otro lado semillas inmaduras de malezas en cosechas almacenadas pueden ocasionar daños de fermentación y descomposición y se ha dado el caso que rizomas de *Cyperus rotundus* L., *Imperata cylindrica* y *Agropyron repens* perforan los tubérculos almacenados de *Manihot utilissima* Pohl. y *Solanum tuberosum* Sw., demeritando su calidad (Cerna, 1977).

Según plantea Cerna, (2013) las malezas hospedan plagas, incrementando sus poblaciones dentro de los cultivos, como sucede en cultivos de caña de azúcar y maíz, el cogollero *Spodoptera frugiperda* vive en las malezas gramíneas, *Echinochloa colona* (L.) Link., *Leptochloa filiformis*, *Digitaria sanguinalis* y *Eleusine indica* (L.) Gaertn. En arroz, el patógeno *Pyricularia oryzae* se hospeda en *Echinochloa spp.* y en campos de tomate, papa y tabaco el agente *Pseudomonas solanacearum* “marchitez bacterial” se localiza en las malezas *Datura stramonium*, *Solanum nigrum* L. y *Physalis peruviana*. La presencia de maleza decumbentes o trepadoras en las etapas finales del cultivo puede ocasionar volcamientos en las plantas y en otros casos la biomasa de las infectantes dificulta la cosecha. También hay especies infectantes que poseen espinas o pubescencia urticante que es causante de alergias que incomoda al personal que opera en la cosecha.

La infestación de malezas en campos cultivados implica uso de herbicidas, mayor número y mejores implementos de labranza y en otros casos demasiado empleo de mano de obra. Muchas labores antes y durante el cultivo se dedican parcial o exclusivamente con el objeto de controlar las malezas, lo cual eleva significativamente los costos (Cerna *et al.*, 1976).

En campos donde se pastorea ganado o en áreas dedicadas al cultivo de forrajeras, existen malezas que pueden causar la muerte de animales, o reducir la producción de carne y la calidad de la leche como sucede con la maleza *Euphorbia hypericifolia* “lechera” que contiene sustancias tóxicas (Cerna, 2013).

Así mismo el ICA en Colombia desde el año 1973 plantea que los efectos negativos por alelopatía de las malezas afectan al producir fitotóxicas sobre cultivos, como sucede con *Cyperus rotundus* L. en las plantas de frijol.

Un estudio realizado en Cuba específicamente en la provincia de Cienfuegos por Ortega, (2011) para conocer las malezas predominantes en los cultivos de las áreas cultivables utilizando como herramientas los Registros de enmalezamientos de dicha provincia arroja que las malezas que mayor frecuencia de aparición y porcentaje de cobertura presentan son *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton (zancaraña) y *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa).

Según el (Ortega, 2011) *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa) fue clasificada en 1953 y hasta nuestros días posee sinonimia con 33 nombres dado por diferentes investigadores coincidiendo todos que esta planta es la División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Subclase: Rosidae; Orden: Malpighiales; Familia: Euphorbiaceae; Subfamilia: Euphorbioideae ; Tribu: Euphorbieae Subtribu: Euphorbiinae; Género: *Euphorbia* Especie: *E. heterophylla*.

Está presente en América Central y se ha propagado por el Caribe; también al Sur y Sudeste de Asia. Se ha convertido en una maleza en India y Tailandia, en la que ha

invadido los campos de algodón y otros terrenos de productos agrícolas, se propaga rápidamente, convirtiéndose en una visión común a los lados de las carreteras y caminos rurales así como en los cultivos. Es una especie abundante, que alcanza los 30 a 50 cm de altura, tallo simple, con jugo lechoso; hojas heterófilas; flores amarillentas, pequeñas, con brácteas. El tallo exuda una savia de color blanco lechoso. Los ciatios o falsas flores, se encuentran en grupos a la cabeza del pie y son de color amarillo verdoso. No tienen pétalos, el color rojo que forman parte de las hojas jóvenes por coloración. Los frutos son pequeños, segmentado en cápsulas. Esta planta a menudo pierde su color cuando se crece como una mala hierba silvestre. Es resistente a los herbicidas (Cerna, 2013).

2.3 Control de arvenses

El control de malezas se originó desde el inicio de la agricultura. El hombre ha dedicado grandes esfuerzos para combatirlas manualmente, luego empleando herramientas y equipos para mejorar la eficiencia en su control. Actualmente existen sofisticados equipos mecánicos para su remoción y sustancias químicas o biológicas para prevenir o retardar su germinación o crecimiento. En las últimas décadas se han logrado significativos avances para obtener sustancias químicas o biológicas que sean menos tóxicas para el ambiente y el hombre y, al mismo tiempo, más selectivas respecto a los cultivos donde se usen (Chiapusio *et al.*, 2004).

Según Cerna, (1994) hay criterios agronómicos que se consideran muy valiosos, para tener éxito en la producción de cultivos con bases racionales de sostenibilidad en los agroecosistemas; en cuanto a esto Cerna, (2013) plantea que la preparación del terreno para siembra, al favorecer al cultivo también favorece la germinación de las malezas; en la relación entre malezas y cultivo las primeras en germinar y establecerse, tratan de excluir a las otras, durante el crecimiento, cualquier condición del medio ambiente o labor que promueva al cultivo tiende a disminuir los efectos competitivos de las malezas pero el hábito vegetativo, desarrollo y demandas similares al cultivo son las que ocasionan las

mayores pérdidas aunque no hay competencia entre malezas y cultivo cuando un elemento o factor está disponible en más de lo óptimo.

Sin embargo la maleza establece su competencia cuando un factor o elemento se torna crítico y cae por debajo de las necesidades de las malezas y del cultivo (FAO, 2006). Por lo que según Cerna y Valdez (1987), la fructificación y el cumplimiento del ciclo vegetativo de estas favorecerían la dispersión de estas plantas, por lo que la garantía de un control eficiente de las malezas a largo plazo sería evitar la producción de semillas y la destrucción de los órganos vegetativos de éstas.

El empleo de productos químicos puede producir contaminación al medio ambiente, son dañinos al ser humano y a los animales. Una opción para estos problemas es el uso de la alelopatía para la sustentabilidad de la agricultura, la forestación y el mantenimiento del medio ambiente limpio para las futuras generaciones (An *et al.*, 2000).

La interferencia de las malezas con los cultivos es la suma de la competencia por agua, luz, nutrientes y CO₂, lo que produce como resultado pérdidas en enormes cantidades de energía. Actualmente existen sofisticados equipos mecánicos para su remoción y sustancias químicas o biológicas para prevenir o retardar su germinación, o crecimiento. En las últimas décadas se han logrado significativos avances para obtener sustancias químicas o biológicas que sean menos tóxicas para el ambiente y el hombre, al mismo tiempo, más selectivas respecto a los cultivos donde se usen (Chiapusio *et al.*, 2004).

El conocimiento de los fenómenos alelopáticos es de gran importancia en los agrosistemas, pues permite la funcionalidad de numerosas interacciones entre organismos y asegura la supervivencia de muchas especies en su medio (Sampietro, 2005).

2.4 Efecto alelopático

Las plantas han desempeñado un papel fundamental en la vida del hombre, quien las ha utilizado para suplir necesidades básicas como alimento, medicina, vivienda y vestido, incluso en actos rituales. Su uso existe desde los inicios de la especie humana. La etnobotánica es la ciencia que investiga la relación entre las plantas y la cultura humana, surge como un instrumento para rescatar tradiciones milenarias sobre los diversos usos que el hombre le ha dado a estas y como alternativa de dar valor agregado a los recursos vegetales (Pino y Valois, 2004). En Colombia, existen muchos trabajos en etnobotánica, pero dada la gran diversidad florística, estos son insuficientes. Se pueden citar los de Pérez y Arbeláez (1996), sobre plantas medicinales y venenosas; Schultes (1951), con la flora amazónica y García (1974), con la flora medicinal de Colombia.

Las plantas ofrecen muchas posibilidades para la producción de plaguicidas orgánicos que no se han explotado debidamente. Para la búsqueda y aprovechamiento de este recurso natural se han descrito varias vías o rutas a seguir entre ellas la etnobotánica: a través del conocimiento del uso tradicional de ciertas especies para determinadas necesidades. También el comportamiento natural de las plantas: basado en la observación del comportamiento frente a plagas y patógenos; la quimiotaxonómica: distribución de sustancias naturales dada por las relaciones filogenéticas de las especies en géneros y familias, así como las investigaciones fundamentales: estudios teóricos sobre el metabolismo secundario de algunas especies y géneros (fitoquímica) y la ruta de las corazonadas: arriesgarse por instinto o al azar (Cerna, 2013).

El conocimiento de los fenómenos alelopáticos es de gran importancia en los agrosistemas, pues permite la funcionalidad de numerosas interacciones entre organismos y asegura la supervivencia de muchas especies en su medio (Sampietro, 2005).

El término alelopatía se refiere a los efectos detrimentales de una especie de planta superior o donante sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de otra especie de planta receptora. Sin embargo, algunos investigadores incluyen efectos estimulantes bajo condiciones alelopáticas, asemejándolos al caso de algunos herbicidas en bajas

concentraciones, que activan el crecimiento por efectos hormonales aun cuando continúan siendo clasificados como herbicidas (Chiapusio *et al.*, 2004).

La definición de alelopatía fue estandarizada por la Asociación Internacional de Alelopatía como: "Cualquier proceso que involucre metabolitos secundarios producidos por las plantas, microorganismos, virus y hongos que influyan en el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas y biológicos" (Goncalves *et al.*, 2007).

Sampietro (2001), plantea que en la literatura a veces al analizar las interacciones entre plantas superiores existió cierta confusión en el uso de los términos alelopatía y competencia. Algunos biólogos han considerado que la alelopatía es parte de la competencia. La competencia entre plantas involucra la reducción en la disponibilidad de algún factor del entorno, debido a su utilización por un individuo vegetal, que es requerido también por otra planta que comparte el mismo hábitat. Entre estos factores citemos el agua, los nutrientes minerales y la luz.

En cambio la alelopatía implica la liberación al entorno por parte de una planta de un compuesto químico que ocasiona un efecto sobre otra según Veitía, (2004). Por tanto, expresa la autora que el efecto detrimental en crecimiento y desarrollo en la competencia es debido a la reducción en la disponibilidad de recursos comunes, mientras que en la alelopatía tiene su origen en compuestos químicos liberados por una planta que afectan a otra. Estos conceptos son diferentes entre sí pero desde un punto de vista ecofisiológico se pueden considerar estrechamente ligados y complementarios en su efecto. Para evitar confusiones se utiliza el término interferencia para designar al efecto total de una planta sobre otra, es decir, la suma de efectos debidos a los fenómenos de competencia y alelopatía.

Según Shou y Yu (2006), los compuestos alelopáticos alteran los procesos fisiológicos (división, diferenciación celular, traslado de iones y agua, metabolismo de fitohormonas, respiración, fotosíntesis, funciones de enzimas, traducción de expresión de genes). Estos compuestos son productos del metabolismo secundario, elaborados por las plantas y

liberados al ambiente a través de la volatilización, lixiviación, exudación radicular y descomposición de residuos de plantas incorporados al suelo. Estos por su importancia se ubican: Fenoles y derivados del ácido benzoico; Flavonoides y taninos; Alcaloides, Terpenoides y esteroides, Glucósidos cianogenéticos, Aminoácidos no proteicos; Lactonas no saturadas; Ácidos orgánicos, alcoholes alifáticos, aldehídos y cetonas; Ácidos grasos, naftoquinonas, antraquinonas y complejos de quinonas; Cumarina.

Una manera de examinar las propiedades alelopáticas de una especie es mediante bioensayos en los que se cuantifica la germinación o emergencia de plántulas y se mide la radícula o hipocótilo (Lovett y Ryuntyu, 1992). Una ventaja de los compuestos aleloquímicos en el desarrollo de pesticidas naturales es que son fácilmente biodegradables y muchos de ellos son seguros y limpios desde el punto de vista ambiental (Rizvi *et al.*, 1992).

Fajardo *et al.* (2005), sostienen que debido a la situación existente en la producción agrícola, se han encontrado nuevas vías para obtener una agricultura sostenible basada en recursos naturales y renovables. Una de las soluciones a esta situación ha sido la alelopatía. Estos autores realizaron un ensayo donde evaluaron el efecto de extractos acuosos de *Helianthus annuum* L. (girasol) al 50% v/v. Se encontraron diferencias significativas en la germinación de las malezas en comparación con el testigo, al mostrar un mayor efecto inhibitorio en la germinación y en el retardo del crecimiento.

En las últimas décadas, la actividad de alelopatía ha sido promovida en semillas germinadas, plántulas en desarrollo o en campo, como los estudios realizados por Vyvyan, (2002) sobre flores de girasol donde se sugieren charconas y flavonoides como agentes alelopáticos.

2.4.1 Especies de plantas con propiedades alelopáticas

Los compuestos aleloquímicos son considerados como las sustancias que pueden ser usadas para inhibir o estimular la germinación o el crecimiento de algunas semillas o

plántulas. El estudio de los aleloquímicos se ha promovido como nueva alternativa para el control de los cultivos que se ven amenazados por la presencia de arvenses, las cuales compiten por espacio y nutrientes afectando la productividad de los mismos; este efecto competitivo es conocido como efecto detrimental y es negativo para el cultivo de interés. Algunos autores consideran que el efecto detrimental es alelopático si la actividad se debe a la segregación de MS (Ridenour, 2001; Rodríguez *et al.*, 2002; Lu y Yanar, 2004).

Varias son las investigaciones que se han realizado para conocer la actividad alelopática de residuos, extractos de cultivo y malezas: Paneque *et al.* (2004), comprobaron la efectividad de extracto acuoso y residuos de *Trianthema portulacastrum*, L (verdolaga blanca) en la germinación de *Z. mays* (maíz), *R. sativus* (rábano), *Cucurbita pepo*, L (calabacín), *L. esculentum* (tomate) y *Capsicum frutescens*, L. (pimiento), los que disminuyeron la longitud del hipocótilo, radícula y hubo aumento de la cantidad de plantas anormales.

Zamorano y Fuentes (2005), emplearon extractos y residuos de *Brassica campestris subsp.rapa* [L.] Hook. f (nabo silvestre) y *L. temulentum* (centeno) sobre la emergencia y crecimiento de las malezas *Chenopodium petiolare*, Kunth (cenizo), *Fuertesimalva limensis*, [L.] Fryxell (malva blanca) y *Amaranthus hybridus*, L. (bledo) donde observaron que la respuesta entre las especies de malezas fue diferente con relación a la actividad de los extractos y los residuos vegetales en suelo.

Estudios realizados por Labrada *et al.* (1986), demostraron el efecto alelopático de extractos etanólicos de partes subterráneas de las malezas perennes: *S. halepense*, *C. dactylon* y *C. rotundus* en la germinación de semillas de *Lycopersicon lycopersicum* Karst., *Phaseolus vulgaris*, L., *A. cepa*, *C. sativus*, *B. oleracea*, y *C.melo*, L. Los extractos de las malezas no afectaron el porcentaje de germinación de las plantas, mientras que los de *S. halepense*, inhibieron la elongación radical de la mayoría de las plantas (Cheema y Khaliq, 2000).

Los ensayos de germinación y los de crecimiento de plántulas son ampliamente utilizados debido a que son sencillos y permiten una evaluación rápida de la respuesta de una especie vegetal a un agente alelopático determinado. Como especie receptora se puede utilizar cualquier maleza o cultivo. Cuando se explora el posible uso de agentes alelopáticos como herbicidas, se señala que las malezas más comunes pertenecen a las familias *Compositae*, *Umbeliferae*, *Verbenaceae*, *Cruciferae*, *Solanaceae*, *Liliaceae* y *Poaceae* (Basaure, 2009).

En experimentos ejecutados por Cruz *et al.* (2005), con las malezas: *H. annuus*, *C. rotundus*, *C. dactylon*, *A. palmeri* y *S. macrocarpa* incorporadas al suelo, sobre el crecimiento inicial del *A. cepa*, observaron que estadísticamente la germinación no se vio afectada en la mayoría de los tratamientos respecto al testigo empleado; los que mostraron mayor efecto alelopático y lo que presentaron los valores más bajos fueron los que se emplearon con las raíces de *C. rotundus* y de *A. palmeri*. Los demás tratamientos, no presentaron diferencias con respecto al testigo, se comportaron con una tendencia a disminuir en forma gradual el número de plántulas emergidas.

En pruebas de laboratorio García (1998), evaluó el comportamiento alelopático de los abonos verdes: *S. deeringianum*, *C. ensiformis*, *L. leucocephala* e *I. batatas* por medio de extractos acuosos y la incorporación al suelo sobre las semillas de *O. sativa*, *L. lycopersicon*, *S. vulgare*, *L. sativa*, *D. cinerea*, y bulbos de *C. rotundus*, donde observaron que con el uso de los extractos acuosos de *I. batatas* fue afectada la germinación de las semillas de *D. cinerea* y el desarrollo de bulbos de *C. rotundus*.

Las plantas y sus derivados han mostrado efectos controladores contra ácaros, roedores, nematodos, bacterias, virus, hongos e insectos (Grainge y Ahmed, 1988). Especies de plantas como *Allium sativum* L. (ajo), *Capsicum frutescens* (ají), *Ricinus communis* L. (higuerilla), *Azadirachta indica* Juss. (nim) y *Melia azedarach* o (paraís) son materia prima de varios insecticidas comerciales (Rodríguez y Nieto, 1997).

En Cuba Puente *et al.* (2003), realizó estudios sobre el efecto alelopático de extractos acuosos de *Helianthus annuus* L. (girasol), sobre la germinación y desarrollo de malezas bajo diferentes condiciones climáticas en diferentes épocas del año y condiciones de campo donde se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de la germinación de las malezas en comparación con el testigo, mostrando un mayor efecto inhibitorio en la germinación y en el retardo del crecimiento en el primer experimento de la época de primavera, no siendo de igual manera en el segundo experimento, puesto que este se realizó en la época de invierno, la cual no es óptima para el desarrollo de la mayoría de las malezas.

2.5 Herbicidas y aleloquímicos

Todos los herbicidas son tóxicos y contaminantes (Nivia, 2000); por lo cual, se requieren nuevas alternativas de control de arvenses, como las basadas en las propiedades inhibitorias de algunos MS contenidos en una planta (aleloquímicos), los cuales, pueden inhibir la germinación de las semillas y reducir el crecimiento; adicionalmente, estas nuevas medidas disminuyen el impacto ambiental (Maldonado, 2002).

Por ejemplo, Krautmann *et al.* (2001), durante la separación del compuesto activo de las fracciones de *T. procumbens*, seleccionaron fracciones con presencia de lactonas, caracterizadas por su amplia actividad biológica; además, confirmaron el potencial herbicida de la fracción obtenida como alternativa favorable para el cultivo y el medio ambiente.

2.6 Alelopatia de *Solanum nigrum* L.

A pesar de que las solanáceas se hallan en todos los continentes, la mayor riqueza de especies se halla en América Central y América del Sur. Otros dos centros de diversidad incluyen Australia y África. Las solanáceas pueden ocupar una gran variedad de ecosistemas, desde los desiertos hasta los bosques tropicales y, frecuentemente se las halla también en la vegetación secundaria que coloniza áreas disturbadas (Olmstead y Boh, 2007).

Entre los componentes activos de ésta planta se encuentran Alcaloides: Solaninas, solasonina, solanigrina, solamargina, asparagina, Flavonoides, Taninos, Saponinas, Ácido cítrico, Nitratos. El extracto seco resultante del *Solanum nigrum* L., se le evaluó el efecto fungitóxico frente al *Sclerotium rolfsii*, Sacc. y la posible acción alelopática en (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Los resultados microbiológicos revelan que la mejor concentración es 50 mg/ ml. El porcentaje de germinación y la altura de las posturas de tomate a los 21 días post-germinación demuestran, que las semillas sumergidas, en una solución que contiene una concentración de 50 mg/ml durante 10 minutos se obtiene un efecto alelopático positivo. Mientras que el diámetro del tallo no varía en ninguno de los 10 tratamientos utilizados (Chang y Rosabal, 2013).

Por su parte An *et al.* (2006), hacen una revisión de sus mecanismos anticancerígenos indicando que los resultados experimentales muestran que, los alcaloides totales aislados de la planta interfieren la estructura y funcionamiento de la membrana de las células del tumor, afectando la síntesis de DNA y de RNA, cambiando el ciclo de distribución de la célula, de modo que los alcaloides totales juegan un papel en la inhibición de las células de los tumores.

En el año 2010 se realizaron dos estudios de la composición química de *Solanum nigrum* L.: Uno desarrollado por Zhao *et al.* (2010), quienes aislaron los compuestos, purificado por sílica del, Sephadex LH-20 y HPLC preparative, identificando los compuestos por sus propiedades fisicoquímicas y análisis espectral. Como resultado aislaron e identificaron seis compuestos: (+)-pinoresinol (I), (+)-syringaresinol (II), (+)-medioresinol (III), scopoletin (IV), ácido tetracosanoico (V) y beta-sitosterol (VI), los tres primeros fueron aislados del género por primera vez y los compuestos IV y V por primera vez para esta planta.

La actividad antifúngica del extracto en etanol del *Solanum nigrum* L. inhibe la germinación de esporas de *Alternaria brassicicola*, el agente que causa la enfermedad de

las hojas de col (cabbage black leaf spot disease) Lin *et al.* (2011), posteriormente con una fracción en n-butanol del extracto de etanol exhibió una fuerte actividad antifúngica a una concentración de 25 mg/L, mientras que una fracción subderivada mostró una inhibición completa de la germinación de la espora; un polvo blanco fue obtenido de dicha fracción siendo su concentración mínima inhibitoria de 8 mg/L. Empleando espectroscopía RMN y análisis de LC-MS/MS esta sustancia fue identificada como degalactotigonina.

Segun Rawani *et al.* (2010), estudiaron la actividad larvicida frente a las larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* del material crudo y extractos con seis solventes de las hojas del *Solanum nigrum* L. El extracto con acetate de etilo es significativamente más efectivo que el resto de los solventes empleados en las extracciones: éter de petróleo, benceno, cloroformo: metanol (1.1 v/v), acetona y etanol. De este modo los resultados indican que el extracto con acetate de etilo del *S. nigrum* puede ser considerado como una potente fuente como larvicida de este mosquito con un valor de LC50 de 17-04 ppm en 24 horas.

Otro dato importante lo es también, el conocimiento de un grupo importante de plantas que presentan actividad biosida contra plagas en ensayos así como aquellas que inhiben el crecimiento de otras como la *Solanum nigrum* L. (hierba mora) sobre la germinación, altura y diámetro del tallo de las posturas de tomate pero las respuestas de están muy relacionadas con la concentración y el tiempo de inhibición, es imprescindible continuar profundizando en este sentido para conocer mejor los efectos fisiológicos y toxicológicos que esta planta provoca en las posturas de tomate, conociendo de ante mano que ellas son ricas en alcaloides esteroidales los cuales tienen gran semejanza estructural con los brasinoesteroides (Domínguez *et al.*, 2011).

Los datos ofrecidos por Ortega *et al.*, (2013) quien basada en los compuestos de la planta que según plantea Taylor y Ralphs,(1992) *Solanum nigrum* L. posee alcaloides y estos son compuestos complejos, que contienen nitrógeno y que en la presencia de ácidos forman sales solubles, fácilmente absorbibles, se clasifica a esta planta como

tóxica de la familia: *Solanaceae*, Subfamilia: *Solanoideae*; Tribu: *Solaneae*; Género: *Solanum*; Especie: *nigrum*

Solanum nigrum L. (hierba mora) es una planta herbácea de la familia de las solanáceas; de origen sudamericano, emparentada con *Solanum melongena* L. (berenjena) y *Lycopersicon lycopersicum* Karst. (tomate), crece silvestre en casi todo el mundo y aunque Ortega *et al.*, (2013), la considera invasora para 23 cultivos de interés agrícola ésta crece también en forma silvestre y su grado de toxicidad depende de las cantidades de nutrientes presentes en el suelo.

Es una hierba ligeramente pubescente de hasta 50 cm de altura, con hojas grandes, lanceoladas o romboidales, alternas y pecioladas, limbo ovoide más o menos sinuado, e inflorescencias compuestas por 3 a 6 flores hermafroditas de entre 5 y 7 milímetros; éstas se agrupan en cimas pedunculadas, con pétalos blancos vellosos, más o menos reflejos, de los que sobresalen las anteras amarillas, agrupadas conicamente y muy destacadas. El cáliz, con vellosidad glabrescente, tiene 5 sépalos. Las flores son lo suficientemente pequeñas para no resultar distintivas a simple vista. Los frutos son bayas globulares centimétricas; verdes cuando inmaduros, se ponen negros, brillantes y lisos al final de la madurez. Contienen grandes concentraciones de solanina, lo que los vuelve muy tóxicos (Frohne *et al.*, 1984).

3. Materiales y Métodos

El estudio se realizó desde Septiembre 2013 hasta mayo 2015, en el laboratorio de la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas y en las áreas de producción agrícola de la Kubans- 8 de la UBPC La Victoria, ubicada en la cuadrícula 44-126-12, al norte de la Empresa Agropecuaria Horquita, municipio Abreus, provincia Cienfuegos. La misma limita al sur con áreas productivas de la UBPC Cuba Libre, al este con la Unidad Empresarial de Base Casa de Cultivos y oeste con el Almacén de Plaguicida perteneciente al Grupo Estatal de Aseguramiento Logístico. Esta área posee un suelo Ferralítico Rojo típico según estudios de Moreno (2010). Zona donde se colectó de forma manual en época de maduración de los frutos (entre el 22 al 24 de enero del 2015) las semillas de las malezas predominantes (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton (zancaaraña) y *Euphorbia heterophylla* L.) (hierba lechosa) y *Solanum nigrum* L. (hierva mora), según los registros de enmalezamiento del territorio dados por (EPP Yaguaramas, 2014) de la última especie se colectó la planta completa.

Las plantas y semillas recolectadas fueron clasificadas taxonómicamente, en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos y analizadas por los especialistas de Herbología, Bacteriología, Micología y Nematología; en el caso de la zancaaraña y hierba lechosa no fueron analizadas por Nematología por recolectar solamente la parte reproductora de la planta (semilla). Los resultados fueron emitidos por el modelo 10-0 establecido por Sanidad Vegetal en 1996 y estos mostraron la no existencia de plagas que pudieran afectar el ensayo.

3.1 Determinación del efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L, sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. " in vitro".

3.1.1 Obtención del extracto acuoso

Para la obtención del extracto acuoso, la especie *Solanum nigrum* L. se seleccionó en la fase de floración - fructificación con tres meses de edad. Se utilizó 80 g de plantas, las que fueron lavadas y fraccionadas en trozos de aproximadamente un centímetro, mezclado con un litro de agua destilada en una Batidora, obteniéndose para la realización del estudio dos litros de extracto acuoso y colocadas en frasco de color ámbar con un litro de agua destilada en proporción 1:10 peso volumen (PV) equivalente a un gramo de masa verde por cada 10 ml de agua y se dejó reposar durante 24 horas en condiciones de oscuridad Sampietro (2005) y Zamorano (2006). Posteriormente se utilizó papel filtro, para eliminar las impurezas constituidas por los tejidos de la planta.

3.1.2 Determinación del efecto alelopáticos del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L. sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. "in vitro".

Para la determinación del efecto alelopático del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L. se colocaron 25 semillas de cada especie de las malezas en estudio en placas petri de nueve centímetros de diámetro con papel de filtro por cada una de las dosis y se añadió agua destilada.

Se utilizó metodología según Zamorano (2006), aplicando el extracto acuoso en 40 de las placas petri (20 de *R. cochinchinensis* y 20 de *E. heterophylla*) a cero; cinco; 10; 20 y 30 por ciento de dosis al segundo día de sembradas antes de germinar la semilla para comprobar su efecto alelopático pre emergente; así como fueron aplicados a otras 40 placas petri a las mismas dosis y proporción antes descriptas pero una vez germinadas aproximadamente tres y cuatro días para determinar su efecto alelopático como herbicida post emergente. Se tomaron como testigo la dosis cero y en todos los casos se mantendrá la humedad del suelo con aplicaciones diarias de agua, según las normas para ensayos de semillas (MINAG, 1981).

Para el caso del efecto pre emergente, luego de aplicado el producto y germinada la semilla se evaluó a los seis, 12 y 25 días de plantado según Zamorano (2006),

cuantificando el Porcentaje de Germinación Relativa (PGR) el cual fue calculado mediante la ecuación siguiente:

$$PGR(\%) = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Semillas totales}} \times 100$$

(Varnero *et al.*, 2007).

El Crecimiento Promedio de Radícula (CPR) es el resultado de la sumatoria de las mediciones de la longitud de las plántulas, dividido entre la cantidad de semillas germinadas que fueron tratadas con los diferentes extractos. La posterior ecuación, conlleva a la obtención de dichos valores.

$$CPR = \frac{\sum_{i=1}^{90} x_i}{n}$$

Dónde:

x, es la longitud radicular de una semilla germinada, frente a una concentración determinada de un extracto y **n**, es el número total de semillas germinadas, a las cuales se les midió la longitud, que puede ir desde 0 a 90 semillas, por extracto a una concentración dada (Maldonado, 2004).

Después de haber obtenido los valores de PGR y CPR, se calcula el Índice de Germinación (IG) que permite seleccionar las dosis con mejor actividad alelopática (Varnero *et al.*, 2006).

$$IG = \frac{PGR \times CPR}{100}$$

Los cálculos del PGR, CPR e IG, se realizaron a través de Microsoft Excell, 2007. También El (IG) de la semilla permitirá según Trujillo (2008), evaluar las dosis en activas o inactivas considerando los siguientes criterios de selección: Dosis activas serán todos

los (IG) que su efecto inhibitor sea negativo, que el porcentaje de germinación de la semilla sea similar al del control positivo y todos aquellos que inhiben la germinación convertidos en herbicida potencial. Dosis inactivas pertenecen todos los valores que indiquen un efecto estimulante superior o igual al testigo, provoquen el crecimiento vegetal con efecto superior al testigo y las dosis con efecto herbicida nulo.

En el caso del efecto post emergente no se tendrá en cuenta la germinación de la semilla siendo evaluada la relación raíz-hipocotilo (concomitancia) a través de la fórmula que se muestra. La cual estableció el equilibrio existente entre el CPR y CPH dando la medida de cuanto es el crecimiento diferenciado de la planta para cada una de las dosis empleadas.

$$Cc = CPR - CPH$$

Siendo: (CPR) Crecimiento Promedio de la Radícula

(CPH) Crecimiento promedio del hipocotilo utilizando la misma fórmula descrita para CPR

(Cc) Cocumitancia

3.1.3 Determinación de efectos alelopáticos de los residuos de *Solanum nigrum* L. sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. "in vitro".

Para la determinación de efecto alelopático de los residuos *Solanum nigrum* L., se sembraron 25 semillas sobre placas petri y papel de filtro en igual número y proporción que en el epígrafe 3.1.2 luego se añadió 30 g de residuos de plantas sobre la superficie de forma tal que simule un arroyo. Pasado 48 horas de creado el arroyo se determinó según Zamorano (2006), el efecto alelopático a través de las mediciones de las radículas, hipocótilos. Se realizarán observaciones en un rango de tres, seis y 12 días.

El arroyo se mantuvo por espacio de 12 días y se señaló la posición de la semilla con una aguja entomológica retirando y colocando las partes de las plantas con cuidado. Se mantuvo la humedad del suelo con aplicaciones diarias de agua, según las normas para

ensayos de semillas (MINAG, 1981). Se tomó como testigo las mediciones realizadas en dosis cero de los anteriores experimentos. Las mediciones de longitud de la radícula e hipocotilo se realizaron con auxilio de una regla milimetrada.

Con los datos obtenidos de Índice de germinación, se realizó análisis de varianza transformando estos en $2 \arcsin \sqrt{p}$, las medias obtenidas de la medición de la radícula y/o hipocotilo fueron comparadas según Test de rangos múltiples de Duncan con un 5% de probabilidad de error utilizando el paquete estadístico STATISTIC para Windows (Lerch, 1977).

3.2 Determinación del efecto del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L, sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en condiciones de campo

Para condiciones de campo se trabajó solo las dosis promisorias con efecto alelopático resultante del experimento descrito en el epígrafe 3.1. Se utilizó el diseño experimental de bloque al azar con cuatro variantes y cinco réplicas, en cada una se tomaron cinco puntos de muestreos, donde se evaluó el por ciento de cobertura de cada especie predominante.

Posterior a la aplicación del extracto acuoso se realizaron los muestreos de las especies evaluándose el porcentaje de cobertura utilizando el método de marco cuadrado para determinar el efecto del herbicida en cada una de las variantes, a los siete, 14, 21 días después del tratamiento. La aplicación se realizó en pre-emergencia así como post-emergencia de las malezas y el cultivo con una mochila Matabi empleando una boquilla de abanico con correcta cobertura y solución final 400 l/ha.

A los 21 días de realizado el ensayo se evaluó la fitotoxicidad del extracto acuoso a las diferentes especies de malezas por tratamiento según escala de nueve grados (Ciba-Geygi, 1981) que se describe a continuación y según observación visual se valoró si se produjo fitotoxicidad al cultivo.

Escala de nueve grados para evaluar la toxicidad sobre las malezas:

Grado	% DE CONTROL DE MALEZAS
1	100
2	99.9 – 98
3	97.9 - 95
4	94.9 – 90
5	89.9 – 82
6	81.9 – 70
7	69.9 – 55
8	54.5 – 30
9	29.9 – 0

Los datos de cobertura obtenidos en porcentajes fueron transformados en $2 \arcsin \sqrt{p}$ (Lerch, 1977) y se procesaron realizándose los análisis de varianza correspondientes para lo cual se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación del efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nigrum* L, sobre la germinación y desarrollo vegetativo de las malezas "in vitro".

4.1.1 Determinación de efectos alelopáticos del extracto acuoso sobre la germinación y desarrollo de las malezas

Efecto Pre emergente

En el ensayo de pruebas in vitro realizado con el extracto acuoso de *S. nigrum* sobre el comportamiento de las semillas de malezas *R. cochinchinensis* y *E. heterophylla* en cuanto al Porciento de Germinación Relativa (PGR) se comportaron de forma similar ya que a medida que aumentó la dosis cero; cinco; 10; 20 y 30 porciento disminuyó la germinación de las semillas de arvenses en estudio en todos los momentos evaluados, mostrando el efecto inhibitorio de los extractos acuosos frente a las malezas que no sobrepasó el 70 % en la tercera evaluación (Figura 1). Coincidiendo con los resultados obtenidos por Hagemann *et al.*, (2010) ya que señalaron que los extractos acuosos de *Avena sativa* L. y cuatro especies de *A. strigosa* Schreb a concentraciones de 0, 25, 50 y 100 % presentó potencial alelopático sobre la germinación y desarrollo de las malezas *Lolium multiflorum* Lam. y *Euphorbia heterophylla* L.

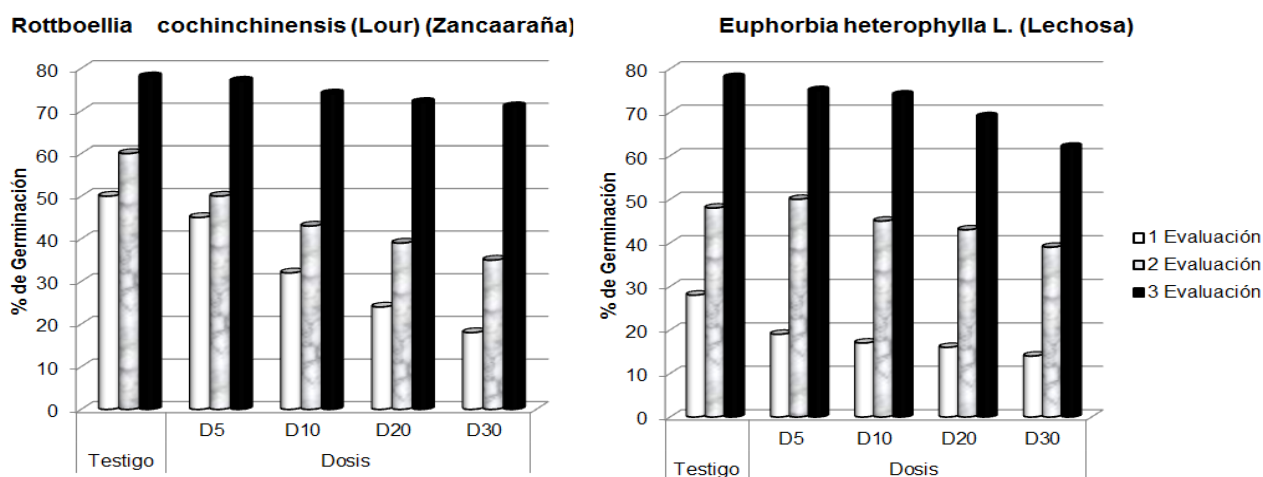


Figura 1. Comportamiento del PGR de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) (Zancaaraña) y *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa) con la aplicación de extracto acuoso de *Solanum nigrum* L. (hierba mora).

El Crecimiento Promedio de Radícula (CPR) en las pruebas de laboratorio realizadas mostró que a mayor concentración del extracto acuoso de *S. nigrum* de 30 % disminuyó el crecimiento radicular de las malas hierbas ensayadas hasta 1.73 y 1.86 cm en las arvenses *R. cochinchinensis* y *E. heterophylla* respectivamente (Tabla 1), mientras que Xuan *et al.*, (2005) plantean que la familia *Euphorbiaceae* en las especies *E. heterophyllaha*, *E. hirtay* *R. communis* presentó actividad alelopática en el cultivo de arroz, por inhibir el crecimiento radicular en 37.4, 24.9 y 4.5 % respectivamente.

Tabla 1. Comportamiento del CPR de las plantas *Euphorbia heterophyllaha* L. (hierba lechosa) y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton (Zancaaraña) durante el ensayo con la aplicación de extracto acuoso de *Solanum nigrum* L. (hierba mora).

Malezas	Testigo	Dosis (%)			
		D5	D10	D20	D30
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) (Zancaaraña)	3,6	2,75	2,35	2,48	1,73
<i>Euphorbia heterophylla</i> L. (hierba lechosa)	4	2,63	2,39	2,66	1,86

En todos los momentos evaluados el Índice de germinación se mantiene sin diferencia estadística en las dosis 5, 10, 20 entre variantes y tampoco entre dosis aplicada solo a la dosis mayor 30 % si alcanzo con respecto al testigo y el resto de las dosis empleadas una notada diferencia estadística © no existió diferencia estadística entre las dos malezas en los 30 días del ensayo (Tabla 2). Sampietro, (2000) reporta en estudios realizados para el control de malezas la presencia de algunos ácidos orgánicos, así como polifenoles en las arvenses *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Rottboellia cochinchinensis* y *Euphorbia heterophylla* L.

Tabla 2. Resultados del Índice de Germinación alcanzado por *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa) y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton (Zancaaraña) durante el ensayo.

Variantes	DOSIS %/L									
	0		5		10		20		30	
	% índice de Germinación	2 arc sen $\sqrt{p}$	% índice de Germinación	2 arc sen $\sqrt{p}$	% índice de Germinación	2 arc sen $\sqrt{p}$	% índice de Germinación	2 arc sen $\sqrt{p}$	% índice de Germinación	2 arc sen $\sqrt{p}$
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) Clayton (Zancaaraña)	2,5	a 0,3176	1,7	b 0,2615	1,4	b 0,2372	1,4	b 0,2372	0,85	c 0,1791
<i>Euphorbia heterophylla</i> L. (hierba lechosa)	2,5	a 0,3176	1,6	b 0,2537	1,4	b 0,2372	1,4	b 0,2372	0,85	c 0,1791
ET		0,05		0,05		0,05		0,05		0,05
CV		0,228		0,416		0,416		0,416		0,691

Medias con letras desiguales difieren para $p < 0.05$ según el test de rangos múltiples de Duncan (Lerch, 1977).

Efecto Post emergente

En el efecto post emergente el extracto acuoso de *S. nigrum* en el índice de correlación de radícula-hipócotilo se demuestra en el tiempo de evaluación fue disminuyendo la concomitancia, siendo más marcado en la dosis del 30 % con respecto al testigo sin tratamiento (Figura 2). Este comportamiento de la semilla ante la aplicación de extracto de hierba mora corrobora lo planteado por Ferguson y Rathinasabapathi, (2003) quienes plantean que hierba mora posee aleloquímicos capaces de inhibir el proceso de germinación de acuerdo al contenido de flavonoides y alcaloides como causantes del efecto alelopático en extractos vegetales.

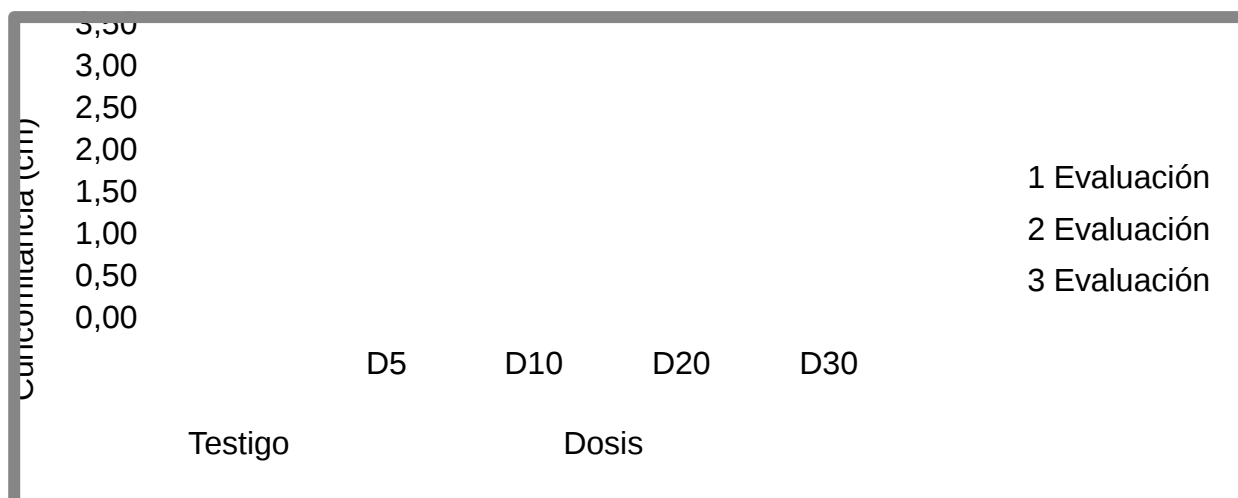


Figura 2. Comportamiento de la concomitancia de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) (Zancaaraña) en condiciones de laboratorio.

Con respecto al comportamiento de la *E. heterophylla* en la concomitancia de radícula-hipócotilo tuvo similar comportamiento ya que ante una alta concentración de la solución acuosa de *S. nigrum* y a medida que pasó el tiempo disminuyó esta relación (Figura 3). En ambos ensayos las dosis empleadas se mantuvieron con actividad alelopática teniendo en cuenta lo planteado por Trujillo, (2008) estas mantuvieron su efecto inhibitor de forma negativa en ninguno de los casos el IC sobrepasó los índices alcanzados por el testigo.

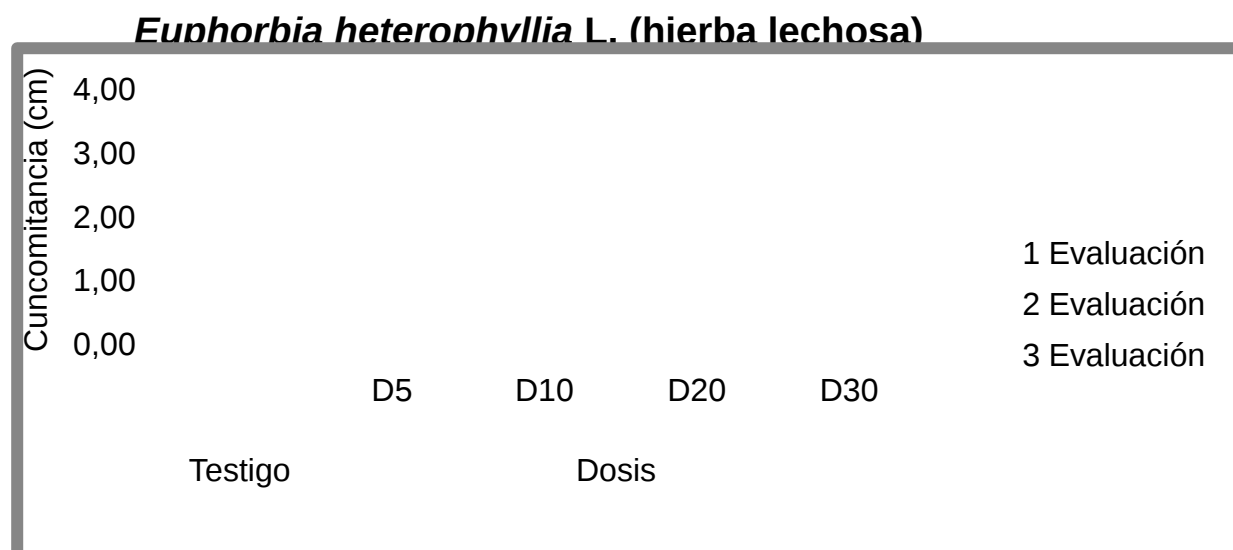


Figura 3. Comportamiento de la concomitancia de *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa) en condiciones de laboratorio.

4.1.2 Determinación de efectos alelopáticos de los residuos de *Solanum nigrum* L. sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L." in vitro".

Cuando analizamos los resultados obtenidos tanto *R. cochinchinensis* y *E. heterophylla* tienen menor porcentaje de Germinación Relativa con respecto al testigo, aunque en el tiempo cuando se analizó la maleza en sí aumentó en zancaaraña desde 22 hasta 68 cm y en la lechosa de 19 a 63 cm (Tabla 3). Rhambakudziga (1988) estudió los efectos de la paja de trigo sobre crecimiento de la radícula de las semillas de ocho especies de malezas, en las cuales fue citada *R. cochinchinensis*. En la cantidad de 15 g de paja, en vasos de 2000 ml, afectó significativamente la longitud de la radícula de las semillas de las diferentes especies.

Tabla 3. Comportamiento del Porcentaje de Germinación Relativa de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton (Zancaaraña) y *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa) en la aplicación de arropo sobre la superficie.

Evaluación	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) Clayton		<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	
	Testigo	Arrope 30 g	Testigo	Arrope 30 g
1	31	22	28	19
2	62	49	68	54
3	84	68	79	63

El comportamiento del Índice de Germinación según los valores obtenidos el testigo obtuvo el mayor valor siendo muy inferior en las arvenses estudiadas (Tabla 4). Coincidiendo con estos resultados en el cultivo de arroz Casini *et al.*, (1988) estudiaron los efectos alelopáticos de *R. cochinchinensis* y *Imperata brasiliensis* Trin. Los extractos acuosos en la concentración de 3 % ambas especies, incorporadas a las cajas de germinación de semillas de arroz causaron reducción de la germinación de 11 a 15 %, provocando la zancaaraña reducción de la longitud de las raíces del arroz.

Tabla 4. Comportamiento del Índice de Germinación de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton (Zancaaraña) y *Euphorbia heterophylla* L. (hierba lechosa) en la aplicación de arrope sobre la superficie.

<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) Clayton		<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	
Testigo	Arrope 30 g	Testigo	Arrope 30 g
3,24	1,05	3,24	1,09

4.2 Determinación del efecto del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L, sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en condiciones de campo

Siete días después de la aplicación en el área seleccionada como testigo fueron observadas once especies de malezas identificadas por el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal sección Herbológia. Seis especies de la familia *Poaceae*; dos de la familia *Asterácea* y una de las familias *Euphorbiaceae*, *Amarantácea* y *Portulacácea*; predominando la familia *Poaceae* (Tabla 5). Después de consultar toda la bibliografía existente no aparecen ensayos de campo, lo que si podemos expresar que todo agroecosistema está conformado por una diversidad de especies y a ellas evaluamos.

Tabla 5. Relación de especies de plantas en el área del ensayo de campo

Nombre común	Nombre científico	Familia	Dicotiledóneas	Monocotiledóneas
Zancaaraña	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) Clayton	<i>Poaceae</i>		X
Hierba lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	X	
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i> L. Gaertn.	<i>Poaceae</i>		X
Don Carlos	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	<i>Poaceae</i>		X
Bledo	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	<i>Amarantácea</i>	X	
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	<i>Portulacácea</i>		X
Plumilla	<i>Leptochloa fascicularis</i> Sw.	<i>Poaceae</i>		X
Romerillo	<i>Bidens pilosa</i> L.	<i>Asterácea</i>	X	
Grama	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Poaceae</i>		X
Escoba amarga	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	<i>Asterácea</i>	X	
Arrocillo	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	<i>Poaceae</i>		X

A los 21 días de realizado el ensayo se evaluó la fitotoxicidad del extracto acuoso a las diferentes especies de malezas por tratamiento donde las especies monocotiledóneas tenían grado 5 (89.9 – 82 %) y las malezas dicotiledóneas grado 4 (94.9 – 90 %) por lo que resultó que el extracto acuoso ejerció cierta inhibición sobre las arvenses monocotiledóneas según escala de nueve grados (Ciba-Geygi, 1981) donde y a su vez no se observó fitotoxicidad al cultivo pues se realizó en un terreno en preparación (tabla 6).

Tabla 6. Grado de toxicidad de las malezas presentes en el campo a los 21 días posterior a la aplicación del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L.

Nombre		Toxicidad
Científico	Vulgar	
Testigo		9
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) Clayton	Zancaaraña	5
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Hierba lechosa	4
<i>Eleusine indica</i> L. Gaertn.	Pata de gallina	5
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Don Carlos	5
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo	4
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	4
<i>Leptochloa fascicularis</i> Sw.	Plumilla	5
<i>Bidens pilosa</i> L.	Romerillo	4
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Grama	5
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Escoba amarga	4
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	Arrocillo	5

En la evaluación de campo realizada a las malezas monocotiledóneas el por ciento de germinación promedio fue de un 84 y el promedio del hipócotilo fue 5.65 cm con relación al testigo fue mucho mayor 92 % y el hipócotilo de 5.77 cm, por lo que el extracto acuoso de *S. nigrum* realizó algún efecto inhibitorio (tabla 7). Este resultado afirma lo planteado por Lu y Yanar, (2004) quienes plantean la germinación puede ser afectada por sustancias aleloquímicas, que la inhiben porque interfieren en los procesos respiratorios, retardando el desarrollo de la planta; además *Solanum nigrum* L. puede interferir en los procesos de ADN y RNA de plantas durante el proceso de germinación según plantea (An et al., 2006).

Tabla 7. Promedio de hipócotilo y porciento de germinación de malezas monocotiledóneas

	Parcelas							
	1D30		2D30		3D30		4D30	
	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)
Después de 21 días de la primera observación	1	7	1	5,5	1	4,5	1	7
	1	6,9	1	5,5	1	6,1	1	6,9
	1	5,5	1	6,1	1	4,1	1	5,5
	1	6,1	1	5,3	1	7,9	1	6,1
	1	5,3	1	4,1	1	7,1	1	5,3
	1	4,1	1	7,1	1	6,5	1	4,1
	1	7,1	1	4,1	1	5,5	1	7,1
	1	4,1	1	6,5	1	4,5	1	4,1
	1	6,5	1	5,5	1	7	1	6,5
	1	5,5	1	4,5	1	6,9	1	5,5
	1	4,5	1	5,5	1	5,5	1	7,6
	1	7,3	1	6,1	1	6,1	1	6,5
	1	5,5	1	5,3	1	5,3	1	4,9
	1	6,1	1	4,1	1	4,1	1	5,5
	1	5,3	1	7,1	1	7,1	1	6,1
	1	4,1	1	4,1	1	4,1	1	5,3
	1	7,1	1	6,5	1	6,5	1	6,1
	1	4,1	1	5,5	1	5,5	1	4,9
	1	6,5	1	4,5	1	4,5	1	6,9
	1	5,5	1	6,1			1	4,9
	1	4,5	1				1	7,1
	1	7,1						
	1	6,9						
	92	5,77	84	5,19	76	5,73	84	5,9
Promedio de hipocotilo	5,65							
% germinación	84							

El promedio de hipócotilo y % de germinación de malezas dicotiledóneas realizó alguna acción inhibitoria correspondiendo los valores 94 % de la inhibición de germinación y 7.18 cm de promedio de hipócotilo de estas especies (tabla 8). Según Sampietro, (2000) en la naturaleza, las plantas están expuestas a factores bióticos y abióticos con los

cuales han co-evolucionado. La presión de selección ejercida por estos a lo largo del proceso evolutivo provocó el desarrollo en los vegetales de numerosas rutas de biosíntesis a través de las cuales sintetizan y acumulan en sus órganos una gran variedad de metabolitos secundarios. Se sabe que muchos de los mismos juegan un importante rol en interacciones complejas entre organismos vivos en el entorno natural.

Tabla 8. Promedio de hipocotilo y porciento de germinación de malezas dicotiledóneas

	Parcelas							
	1D30		2D30		3D30		4D30	
	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)	Germinación (%)	Hipocotilo (cm)
Después de 21 días de la primera observación	1	7	1	5,5	1	4,5	1	6
	1	6,9	1	4,9	1	6,1	1	7,1
	1	4,9	1	6,3	1	5,8	1	6,5
	1	5,2	1	5,9	1	7,2	1	5,8
	1	7,2	1	5,3	1	7,1	1	5,2
	1	5,5	1	5,1	1	4,1	1	6,2
	1	7,2	1	6,4	1	7,1	1	6,1
	1	8,3	1	11,2	1	5,1	1	11,1
	1	10,4	1	4,9	1	7,1	1	10,2
	1	7,3	1	9,3	1	6,5	1	7,9
	1	5,3	1	10,5	1	7,1	1	9,4
	1	9,2	1	7,3	1	5,4	1	11,2
	1	10,3	1	9,1	1	4,3	1	8,3
	1	6,5	1	11,3	1	6,1	1	5,5
	1	8,4	1	8,1	1	7,9	1	6,1
	1	11,2	1	5,2	1	7,1	1	5,3
	1	5,4	1	5,5	1	6,5	1	6,1
	1	8,3	1	4,9	1	5,5	1	5,5
	1	11,1	1	6,3	1	4,5	1	6,9
	1	10,2	1	5,9	1	6,1	1	7,1
	1	7,9	1	5,3	1	9,4	1	7,1
	1	9,4	1	5,1	1	11,2	1	11,2
	1	11,2			1	8,3	1	4,9
					1	5,5	1	9,3
							1	10,5
	92	8,01	88	6,79	96	6,48	100	7,46
Promedio de hipocotilo	7,18							
% germinación	94							

5. CONCLUSIONES

1. El extracto acuoso y los residuos de *Solanum nigrum* L. poseen efecto alelopático sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L." in vitro" en condiciones de campo de la Empresa Agropecuaria Horquita.
2. El extracto acuoso de *Solanum nigrum* L. en condiciones de campo ejerció mayor inhibición sobre el crecimiento del hipócotilo y por ciento de germinación en arvenses monocotiledóneas.

6. RECOMENDACIONES

1. Capacitar a los productores sobre la nueva alternativa de control y manejo de malezas.
2. Realizar ensayos " in vitro" con dosis y concentración superiores al 30 % del extracto acuoso de *Solanum nigrum* L. con vista a obtener resultados más tentativos.

7. BIBLIOGRAFIA

- ACS Symposium Series 443. American Chemical Society, Washington, D.C, pp. 16-31
- An L, Tang JT, Liu XM, Gao NN. Review about mechanisms of anti-cancer of *Solanum nigrum*. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. (2006) Aug;31(15):1225-6, 1260.)
- An, M; Pratley, J & Haig, T. (2000). Allelopathy: from concept to reality. En: <http://me.csu.edu.au/agronomic/papers 314>.
- Arevalo, R; Cerrizuela, C. y Olea, I. 1997. Competencia de malezas específicas entre caña de azúcar y *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Revista Agronomía, Argentina*. 14:39-51.
- Basaure, P. 2009. Malezas alelopáticas/fundamentos. [www. Manual de Lombricultura .com](http://www.Manual de Lombricultura.com). _En línea enero de 2015.
- Casini, P.; Vecchio, V. & Tamantini, I. 1998. Allelopathic interference of itchgrass and cogongrass: germination and early development of rice. **Tropical Agriculture**, v.75, n.4, p.445-51.
- Cerna B. 2013. Ciencia y tecnología de malezas. *Facultad de Ciencias Agrarias*. Biblioteca Nacional del Perú, N° 000000. Publicación del FONDO EDITORIAL UPAO. Febrero de 2013
- Cerna, . 1994. Manejo Mejorado de Malezas CONCYTEC. 320p. Perú
- Cerna, B y Valdez, V. 1987. Influencia de las poblaciones de *Sorghum halepense* y *Bidens pilosa* sobre el rendimiento de frijol "pirata". Costa Rica. *TURRIALBA*, 37 (4): 303-309.
- Cerna, B. 1976. Emprego de algunos herbicidas em pre e post-emergencia na cultura do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Cv. "campinas". Tese M.S. Universidad de de Sao Paulo, Brasil. 75 p.
- Cerna, B. 1977. Preliminary results of herbicides trials on a eucalypt. *Forestry Abstracts* 36:4677. USA.
- Cerna, B; Simao, S. e Minami, K. 1976. Herbicidas na cultura do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus*. *Revista de Olericultura do Brasil*. Vol 16:167-168.
- Cheema, Z. A. & Khaliq, A. 2000. Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79, Pp 105 – 112.

- Chiapusio, G., F. Pellissier y C. Gallet. 2004. Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. J. Exp. Bot. 55(402), 1587-1592.
- Chou, C.H. 1995. Allelopathy and sustainable agriculture. .In: (Inderjit Dakshini, K.M.M.; Einhellig, F.A.Eds.). Allelopathy, organisms, processes, and applications. Washington, D.C. (USA), American Chemical Society.-412-30617. p. 211-223
- CIBA Geygi, 1981. Manual de ensayo de campo, 2da edición. Basilea. Suiza, p. 11-20.
- Cruz, V. M; Medina, P. J; García, L. A; Medina, M. M; Ceceña, D. C & Murillo, U. J. 2005. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. México
- Dayan, F.E., Cantrell, C.L., Duke, S.O. 2009. Natural products in crop protection. Bioorganic and Medicinal Chemistry 17, 4022-4034.
- Domínguez A., Pérez A., Pun S. y Dias A 2011. Valoración preliminar sobre el efecto fungitóxico y alelopático del *Solanum Nigrum*, Lin. Santiago de Cuba. Cuba. Centro de Toxicología y Biomedicina Consulta correo electrónico E-Mail:anibalodio@yahoo.com
- Domínguez A., Pérez A., Pun S. y Dias A 2011. Valoración preliminar sobre el efecto fungitóxico y alelopático del *Solanum Nigrum*, Lin. Santiago de Cuba. Cuba. Centro de Toxicología y Biomedicina Consulta correo electrónico E-Mail:anibalodio@yahoo.com
- E.P.P. 2014. Estación de Proteccion de Plantas Yaguaramas. Registro de Enmalezamiento Territorial. Dirección Provincial Fitosanitaria Cienfuegos. CNSV. MINAGRI. 62 p.
- Fajardo, C.E., M. Puentes, S. Torres, A. Fierro y R. Espinosa. 2005. Efecto alelopático de extracto acuoso de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la germinación y desarrollo de malezas en diferentes épocas del año. pp. 610-616. En: Memorias XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Varadero, Matanzas, Cuba.
- FAO. 2006. Food and Agriculture Organization. Conservation Agriculture. <http://www.fao.org/ag/ca/>. Acceso: Dic, 2014.
- Ferguson J. J., Rathinasabapathi B. Allelopathy: How Plants Supress Other Plants. Horticulture Science Department Florida. 2003 Serie HS944: 1-3.

- Frohne, Dietrich; Pfänder, Hans Jürgen (1984). *A Colour Atlas of Poisonous Plants: A Handbook for Pharmacists, Doctors, Toxicologists, and Biologists*. ISBN 0-7234-0839-4.
- García B.H. 1974. Flora medicinal de Colombia. Botánica médica. Tomo II. Imprenta Nacional, Bogotá.
- García F.D; Fernández M.A. y Brusco, M.I.. 2005. EFECTOS DE LOS CULTIVARES Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA COMPETENCIA DE MALEZAS EN SORGO GRANÍFERO (*Sorghum bicolor*). Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía, CC 300.6300 Santa Rosa, La Pampa, Argentina, garcia@agro.unlpam.edu.ar
- García, R. 1998. Efectos alelopáticos de algunos abonos verdes y cultivos de cobertura. Revista Fitosanidad. Jun.v. 2(1-2) p. 57-60.
- Goncalves Soares, Reis Vieira. Inhibitions of germination and radicular growth of lettuce (CV. Grand Rapids) by aqueous extracts of five species of *Glechysiaceae*. Floresta e ambiente; 2000. 7: 180-197.
- Goncalves, C.; DA Silva, J.; Alpendurada, M. (2007). Evaluation of the pesticide contamination of groundwater sampled over two years from a vulnerable zone in Portugal. J Agr Food Chem. 55 (15), 6227-6235.
- Grainge, M. y S. Ahmed. 1988. Handbook of plant with pest-control properties. John Wiley and sons, Nueva York. 470 p.
- Grime, J. P. 1982: Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que *controlan la vegetación*, Ed. Limusa, México, p. 291
- Hagemann, T.; G. Benin; C. Lemes; J. Marchese; T. Newton; E. Stefani y E. Beche. 2010. Potencial alelopático de extratos acuósos foliares de aveia sobre azevém amendoim-bravo. Bragantia 69 (3). 509 – 518 p.
- <http://www.fao.org/docrep/T1147S/T1147S0.htm> 2012. Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 2000 . Curso de control de Malezas. 240 p.
- Jasieniuk, M.; A. Brulle-Babel; I. N. 1996..Morrison: «The Evolution and Genetics of Herbicide Resistance in Weeds», *Weed Sci.* 44 (1):176-193,
- Jasieniuk, M.; Brulle-Babel A. I., Morrison N. 1996. «The Evolution and Genetics of Herbicide Resistance in Weeds», *Weed Sci.* 44 (1):176-193.

- Krautmann M., Turbay S. y Riscala E. Efectos alelopáticos de *Tridax procumbens* L; 2001: 1-9.
- Labrada, R; Font, C; Pazos, R & Hernández, J. 1986. Alelopatía de malezas perennes sobre distintas plantas cultivables. I. Efecto sobre la germinación. Ciencia y Técnica en la Agricultura. *Protección de Plantas*. (Nov 1986).v. 9(4) Pp. 71 - 83.
- Lic. Lorenzo J.Chang Huerta; Lic. Yeisa Rosabal Carbonell. 2013. *Solanum nigrum* L. Revista Ciencia. com.htm Publicaciones científicas. Seccion: Medicina y Salud, ISPN EFEPPYUUEEDBUGFIXD
- Lovett, J. y M. Ryuntyu. 1992. Allelopathy: Broadening the context. pp. 11-19. En: Rizvi, S.J.H. y V. Rizvi (eds.). Allelopathy: basic and applied aspects. Chapman y Hall, Londres.
- Lu օzzet Kadioօ, Yanar Yusuf. Allelopathic effects of Plants Extracts Againts Seed Germination of Some Weeds. Asian Journal of Plant Sciences; 2004. 4: 472-475
- Macías Francisco A., Castellano Diego, Molinillo José M. G. Search for a Standard phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. J. Agric. Food Chem; 2000. 48: 2512-2521.
- Macías, F.A. 1995. Allelopathy in the search for natural herbicide models. ACS Symposium Series 582, 310-329.
- Maldonado A. Impactos en Ecuador de las fumigaciones realizadas en el Putumayo dentro del Plan Colombia. Ecuador; 2004. 1-19.
- Mederos, D, & Amador, R. (2011). Las arvenses en los sistemas de cultivos agrícolas. En *Sanidad Vegetal II* (págs. 99-122). La Habana. Cuba: Félix Varela.
- MINAGRI. Ministerio de la Agricultura. 1981. Norma Cubana 70 -04. Ensayo de semilla agrícola. Determinación de la germinación y la viabilidad.
- Naumov G. F. The significance of Allelopathic Factors in the Formation of *Agrophytocenosis with high levels of Biological Nitrogen*. *Recent Advances in Allelopathy*, A Science for the Future; 1997. 1: 109.
- Nivia E. Mujeres y Plaguicidas, una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas. Primera edición. Palmira; 2000. 113p.
- Ochoa, & Oyarzum. (2008, Septiembre). Los cultivos de cobertura lo hacen todo. *Revista de Agroecología Suelos Vivos*. Leisa., 24(2), 24.

- Olmstead, R.G. and Bohs, L. A Summary of molecular systematic research in Solanaceae: 1982-2006. *Acta Hort.* (ISHS) 745:255-268 . (2007)
- Ortega I, Ybarra A., Castellanos L., Morejón N., Pedraza C., Sosa M., González I., Martínez Q. y Marín Y. 2013. Arvenses de *Solanum* spp y cultivos asociados en la provincia Cienfuegos durante los años 2010-2012. Trabajo presentado al Evento de Agricultura Orgánica y Sostenible.
- Ortega I., Ybarra A., Castellanos L., Morell R., Fernández A., Castillo R., Martínez F., Suárez J., Machado V., Pérez F., Rojas Y. y Hurtado J. 2011. Sitio web herbario virtual de la provincia Cienfuegos. <http://wwwsanvegco.cu/>. En línea marzo de 2015.
- Ortega, I. 2009 Plantas forestales con propiedades repelentes y/o fitoplaguicidas en la agricultura urbana en Cienfuegos. Tesis presentada en opción del título Académico de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- Paneque A., Ocano A. y Torres Z. 2004. Efecto alelopático de *Trianthema portulacastrum* L. sobre cinco cultivos agrícolas. Memorias del Evento III Congreso Nacional de la Sociedad de Malezas. Jardín Botánico Nacional Ciudad Habana. Volumen 2 p 131
- Pérez, E.M., Beequer, P.A., & Dierksmeier, C.G. (2011, Junio). Términos y definiciones de sanidad vegetal. *Boletín Fitosanitario*, 15(2).
- Pérez-Arbeláez, E. 1996. Plantas útiles de Colombia. Quinta edición. Fondo FEN Colombia. DAMA, Jardín Botánico "José Celestino Mutis", Bogotá. 831 p.
- Pino, N. y H. Valois. 2004. Ethnobotanical of four black communities of municipality of Quibdó, Choco-Colombia. Lyona J. Ecol. Application 7(2). En: <http://www.lyonia.org/wview-Article.php?articleID=312>; consulta: febrero de 2015.
- Pitty, A. y R. Muñoz, 1993. Guía practica para el manejo de las malezas. El Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 223 p.
- Puente M., Torres S., Fajardo C., Rodríguez M. y Corona C. 2003. Efecto alelopático de extractos acuosos de girasol (*Helianthus annuus* L.), sobre la germinación y desarrollo de malezas bajo diferentes condiciones climáticas. Revista Centro Agrícola, año 30, no. 1, enero-marzo.

- Ridenour W. M., Callaway R. M. 2001. The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass. *Oecologia*. Missoula; 126: 444-450.
- Rizvi, S.J., H. Haque, V.K. Singh y V. Rizvi. 1992. A discipline called allelopathy. pp. 1-10. En: Rizvi, S.J. y V. Rizvi (eds.). *Allelopathy: Basic and applied aspects*. Chapman, Londres.
- Rodríguez H. G., Mederos D. M., Echeverría I. S. Efectos alelopáticos de restos de diferentes especies de plantas medicinales sobre al albahaca (*Ocimum basilium* L.) en condiciones de laboratorio. *Rev. Cubana Plant Med*; 2002. 7: 67-72.
- Rodríguez, H.C. y D. Nieto. 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. pp. 229-239. En: Rebouças São Jose, A., I. Vilas Boas, O. Magalhães y R. Hojo (eds). *Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia)*. Bahía, Brasil.
- Sampietro D. 2001. Conferencia Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Argentina.
- Sampietro, A. (2005). ALELOPATÍA: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales "Dr. Antonio R. Sampietro" Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho 461.CP 4000.
- Sampietro, A. (2005). ALELOPATÍA: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales "Dr. Antonio R. Sampietro" Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho 461.CP 4000.
- Schultes, R. 1951. Contribución al conocimiento de la flora amazónica de Colombia, I. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas* 8(31), 397-408.
- Shou, Y. H. y Yu, J. Q. (2006). "Allelochemicals and photosynthesis." En: Reigosa, M. J.; Pedrol, N.; González, L. *Allelopathy: a physiological process with ecological implications*. Netherlands. Springer. P.127-139.
- Trujillo F. A. 2008. Determinación de la actividad Alelopática de extractos vegetales sobre *Lactuca sativa*. Universidad tecnológica de Pereira facultad de tecnología escuela de tecnología química Pereira. Colombia. CÓDIGO: 1088245253

- Varnero M. T. M., Rojas C. A., Orellana R. R. 2007. Índices de Fitotoxicidad en Residuos Orgánicos durante el compostaje, J. Soil Sc Nutr; 1: 28-37.
- Varnero, M. T., Orellana, R., Rojas, C., Santibañes, C. 2006. Evaluación de especies sensibles a metabolitos fitotóxicos mediante bioensayos de germinación. El Medioambiente en Iberoamérica: Visión desde la Física y la Química en los albores del Siglo XXI. Badajoz, España: Editor Juan F. Gallardo Lancho. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental; Tomo III, 363-369.
- Veitía M. 2004. Conferencia La diversidad florística como componente del manejo de plagas. II Curso –Taller Nacional para la formación de Facilitadores en Lucha Biológica. Caibarien, Villa Clara, 26-30 de abril de 2004. P 9 -13.
- Vyvyan, JR. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron 58: 1631-46.
- Xavier F. Sans i Serra. 2012. Biología, Ecología y control de malas hierbas. Universidad Central de Barcelona. Departament de Biología Vegetal. Tesis presentada en opción al título Máster Agricultura Biológica. Edit 7. P 38.
- Zamorano, M. & Fuentes, L. 2005. Potencial alelopático de *Brassica campestris* subsp. *rapa* y *Lolium temulentum* sobre tres especies de malezas de la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana 23(2): Pp 261 - 268.
- Zamorano, Carolina.M. 2006. Alelopatía: Un nuevo reto en la Ciencia de las arvenses en el trópico. *Agronomía Colombiana* 14 (1) pp.7-15
- Zhao Y, Liu F, Lou HX. 2010 Studies on the chemical constituents of *Solanum nigrum*. Zhong Yao Cai. Apr;33(4):555-6.