



*Control "in vitro" de P. griseola (Pfeiffer) con  
jugo y extracto rico en saponinas de dos  
especies de Agavaceae.*

*Autora: Angélica María Corredera Vázquez*

*Tutora: MSc. Maité Nodarse Castillo*

*Cotutor: DrC. Leonides Castellanos González*

*Curso: 2016-2017*

## *Pensamiento*

*“Utilícese toda la ciencia necesaria para un desarrollo sostenido sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre.”*

***Fidel Castro Ruz.***



## *Dedicatoria*



*A mis padres, sin cuyo amor infinito, ternura, confianza, preocupación y entrega total, jamás hubiese encontrado el mejor camino a seguir.*

*A mi hermana por estar a mi lado.*

*Ellos son mi gran fortaleza, impulso y fuente de felicidad. Lo que he hecho y lo que soy, también es obra de ellos y de su amor.*

*A los amigos que siempre estuvieron conmigo en momentos difíciles.*

## *Agradecimientos*

*A la Revolución, por haber podido estudiar en la carrera Ingeniería Agrónoma.*

*A todos mis profesores que a lo largo de estos años han depositado en mí tanta sabiduría.*

*A mis compañeros, amigos y familiares que nunca me abandonaron y contribuyeron en la realización del trabajo.*

*A mi mamá, papá y demás familiares por ser fieles guías y constante ejemplo.*

*A Maité, tutora por su colaboración, su ayuda intelectual en la realización de la investigación sin escatimar dificultades ni tiempo.*

*A Leonides, cotutor, por el aporte de sus conocimientos y su apoyo en cada momento.*



### **Declaración de autoridad**

Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Agrónoma; autorizando a que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en evento ni publicada sin la aprobación de la autora.

-----

Firma del autor.

-----

Firma del tutor.

Los abajo firmantes certificamos que la presente investigación ha sido revisada según acuerdos de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

-----

Información Científico

Nombre y Apellidos.

-----

Técnica. Computación.

Nombre y Apellidos.

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la acción molusquicida "in vitro" contra *Practicolella griseola* (Pfeiffer) de jugo y extracto rico en saponinas de dos especies de la familia *Agavaceae* (*Agave brittoniana* trell y *Furcraea hexapetala* (Jacq.)). Se condujeron dos ensayos para determinar el efecto molusquicida del jugo de las dos especies de plantas por ingestión y por contacto y otro con extracto rico en saponinas por contacto. En cada uno de los ensayo con jugos se evaluó cinco tratamientos, (12,5%, 25%, 50% 100% y un control (agua destilada)), y con los extractos se montaron seis tratamientos con diferentes disoluciones (0,65g/L, 12,5 g/L, 25 g/L , 50 g/L y 100 g/L y el control (agua destilada)). Se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Se comparó la eficacia entre los tratamientos dentro de cada planta a las 24 horas. Los jugos de las dos especies de plantas (*A. brittoniana* y *F. hexapetala*) son eficaces contra *P. griseola* a los cuatro días de la aplicación, a la concentración mínima estudiada (12,5%) por contacto a diferencia del extracto rico en saponinas de *F. hexapetala* que alcanza valores de eficacia por encima del 60g/L a los cuatro días pero con el tratamiento más alto y el extracto de *A. brittoniana* que solo controla a *P. griseola* con el tratamiento más alto a los siete días. Por lo que *F. hexapetala* constituye una buena candidata para realizar estudios de campo.

**Palabras claves:** eficacia, molusco, *A. brittoniana*, *F. hexapetala*.

## *Abstract*

The investigation had as objective to evaluate the action molusquicida "in vitro" against *Practicolella griseola* (Pfeiffer) of juice and rich extract in saponinas of two species of the family Agavaceae (*Agave brittoniana* trell and *Furcraea hexapetala* J.). They behaved three rehearsals to determine the effect molusquicida of the juice of the two species of plants for ingestion and for contact and another with rich extract in saponinas for contact. In each one of the rehearsal with juices was evaluated five treatments, (12,5%, 25,0%, 50% 100,0% and a control (it dilutes distilled)), and with the extracts six treatments were mounted with different breakups (0,65g/L, 12,5g/L, 25g/L, 50 g/L and 100g/L and the distilled control (it dilutes distilled)). A design was used totally randomized with four repetitions. The effectiveness was compared among the treatments inside each plant at the 24 hours. The juices of the two species of plants (*A. brittoniana* and *F. hexapetala*) they are effective against *P. griseola* to the four days of the application, to the studied minimum concentration (12,5%) for contact contrary to the rich extract in saponinas of *F. hexapetala* that reaches values of effectiveness above 60g/L to the four days but with the treatment but high and the extract of *A. brittoniana* that alone it controls *P. griseola* with the highest treatment to the seven days. For that that *F. hexapetala* a good candidate constitutes to carry out field studies.

**Key word:** effectiveness, mollusk, *A. brittoniana*, *F. hexapetala*

# ÍNDICE

# PÁGINAS

Introducción-----	1
Capítulo I Revisión bibliográfica-----	5
1.1 Importancia del cultivo de hortalizas-----	5
1.2 Manejo integrado de plagas (MIP) -----	5
1.3 La Agricultura Urbana en Cuba-----	10
1.4 Los moluscos como plagas-----	11
1.5 Las plantas como fitoplaguicidas-----	13
1.6 Las saponinas esteroidales, potencialidades molusquicidas-----	15
Capitulo II materiales y métodos-----	18
2.1 Recolección del material vegetal para la obtención de los jugos y extractos ricos en saponinas de ambas especies de <i>Agavaceae</i> -----	18
2.2 Obtención del jugo de ambas especies de <i>Agavaceae</i> -----	18
2.3 Obtención del extracto rico en saponinas-----	19
Capitulo III Resultados y discusión-----	21
3.1 Eficacia del jugo y extracto rico en saponina de <i>A. brittoniana</i> en el control de <i>P. griseola</i> .-----	21
3.2 Eficacia de jugo y extracto rico en saponina de <i>F. hexapetala</i> en el control de <i>P. griseola</i> .-----	25
Conclusiones-----	35
Recomendaciones-----	36

Bibliografía

Anexos

## *Introducción*

A principios del pasado siglo, los plaguicidas estaban constituidos fundamentalmente por sales metálicas y productos naturales extraídos de plantas como la nicotina, la rotenona y las peritricinas; pero con el desarrollo industrial y la necesidad de un mercado agrícola competitivo después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron los compuestos orgánicos sintéticos, que si bien eran mucho más efectivos, de amplio espectro y fácil manejo incrementaron hasta nuestros días los daños al medio ambiente y la salud del hombre, como son el aumento de la contaminación, la aparición de resistencia en las plagas, la destrucción de sus biorreguladores, la exposición a los efectos a largo plazo y la pérdida de la biodiversidad por la afectación de la especies útiles (Alfonso et al. 2002).

La agricultura moderna con la implementación de monocultivos a gran escala ha provocado varios problemas, en cuanto a enfermedades y plagas resistentes y especializadas en las plantas cultivadas. La utilización de plaguicidas de origen químico de manera excesiva y sin previa asistencia técnica, en vez de resolver el problema, ha producido fuertes daños a la productividad de la agricultura, al ser humano y a la naturaleza. Actualmente muchas instituciones están en la búsqueda de alternativas menos dañinas, aprovechando las defensas naturales de los organismos y reorganizando completamente las técnicas de cultivo tradicionales (Brechelt, 2004).

El cultivo protegido y semiprotegido a nivel mundial se reconoce como una tecnología de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año (Herrera, 2013). En Cuba constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas tradicionales y asegurar su suministro fresco al turismo, mercado de frontera y población, inclusive en los períodos en que la oferta de la producción proveniente del campo abierto resulta en extremo limitada por lo que se introduce el sistema semiprotegido de forma masiva en los organopónicos desde el 2007 en Cuba (Casanova et al.2007).

En la provincia de Cienfuegos también se introduce en los organopónicos la tecnología de cultivos semiprotegido para las hortalizas de hojas fundamentalmente, existiendo en el municipio de Cienfuegos 17 organopónicos con este sistema (Granja Urbana); donde se cultivan variadas especies y vegetales, plantas ornamentales, flores, plantas medicinales, aromáticas y otras, que requieren una atención por exceso de radiación solar en determinada época del año en las condiciones medioambientales de Cuba al disminuir las altas temperaturas (Herrera, 2013). Dicha tecnología ha traído consigo altas incidencias en el aumento de plagas destacándose los moluscos (Herrera y Castellanos, 2011).

Los moluscos se consideran plagas de las hortalizas de hojas en la agricultura urbana (Vázquez et al. 2005); agroecosistemas con condiciones que facilitan la permanencia de estos agentes nocivos (Matamoros 2011). En Cienfuegos Herrera et al. (2013) detectaron cuatro especies de moluscos en los organopónicos semiprotegidos entre la que se encuentran *Practicolella griseola* (Pfeiffer) y *Subulina octona* (Bruguère).

Estos moluscos, además del riesgo que representan para la agricultura, son hospederos intermediarios y transmisores de enfermedades parasitarias helmínticas según estudios realizados en Villa Clara, que refieren como especies con mayor interés médico a *P. griseola*, *S. octona*, y la existencia de mayor riesgo epidemiológico en huertos-organopónicos, donde el 96,49 % de los moluscos son capaces de transmitir enfermedades al hombre y los animales entre las que se encuentran, angiostrongilosis y la dermatitis cercariana (Fimia-Duarte R, 2014).

Para el control de estas plagas Cuba solo cuenta con un fitoplaguicida el Solasol a partir de *Solanum globiferum* Dunal, planta incluida dentro de las 32 especies botánicas cubanas, nativas o introducidas con efecto molusquicida (Alfonso et al. 2002) que no incluye ninguna especie de la familia *Agavaceae*. Sin embargo, varios autores informan diferentes especies de esta familia con efecto molusquicida como *Agave legrilliana* Jacobi (Díaz & Ferrer, 1996), *A. americana* (Pino, 2006) y *Furcraea selloa* K. Koch (Osman et al. 2011).

En plantas de esta familia se ha demostrado la presencia de saponinas esteroidales en altas concentraciones a las que se le atribuyen actividad molusquicida (Alfonso, 2002; Debnath et al. 2010; Hammuel et al. 2011; Osman et al. 2011; Almaraz-Abarca et al. 2013).

También Guerra, (2008) identificó una sapogenina con actividad sobre un parásito humano denominada yucagenina a partir de *A. brittoniana* Trel y Pérez (2011) otra con actividad insecticida a partir de *Furcraea hexapetala* (Jacq) Urb. denominada Furcraestatina, sin embargo el efecto molusquicida de estas no ha sido demostrada contra los moluscos plagas terrestres.

Actualmente las investigaciones se dirigen hacia la búsqueda de agentes molusquicidas a partir de las plantas, cuyos resultados a nivel de laboratorio y campo, han arrojado resultados meritorios con muy poca o ninguna toxicidad sobre otros organismos (Fernández J, Rojas J, 2014)

Estos antecedentes ponen de manifiesto insuficientes resultados de investigación sobre las posibilidades de extractos de plantas de la familia *Agavaceae* contra los moluscos plagas de los cultivos y la forma de obtener los extractos por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la acción molusquicida "*in vitro*" contra *P. griseola* de extractos vegetales de tres especies de la familia *Agavaceae* con dos métodos de obtención (jugo y fracciones de hojas).

Teniendo en cuenta lo antes referido se plantea el siguiente **problema científico**:

¿El jugo y extracto rico en saponinas de dos especies de la familia *Agavaceae* podrá controlar "*in vitro*" a *P. griseola* causante de daños a los cultivos semiprotegidos?

#### **Hipótesis científica.**

El jugo y extracto rico en saponinas de dos especies de la familia *Agavaceae* controla "*in vitro*" a *P. griseola* causante de daños a los cultivos semiprotegidos.

**Objetivo general:**

Evaluar la eficacia del jugo y extracto rico en saponinas de dos especies de *Agavaceae* en el control "*in vitro*" de *P. griseola*.

**Objetivos específicos:**

- Determinar la eficacia "*in vitro*" del jugo de las especies *F. Hexapetala* y *A. brittoniana* en el control de *P. griseola* por ingestión
- Determinar la eficacia "*in vitro*" del jugo de las especies *F. Hexapetala* y *A. brittoniana* en el control de *P. griseola* por contacto.
- Cuantificar la eficacia "*in vitro*" del extracto rico en saponinas de la especie *Agavaceae* más eficaz en forma de jugo en el control de *P. griseola*.

# *Capítulo I Revisión bibliográfica*

## **1.1. Importancia del cultivo de hortaliza**

Las hortalizas son alimentos de gran valor para la alimentación humana, por su elevado contenido en vitaminas y minerales. Además son alimentos de sabor agradable y de fácil digestión. Son fundamentales en la elaboración de una dieta equilibrada, recomendándose su consumo en estado fresco, ya que son la principal fuente de vitaminas, especialmente A ( $\beta$ -caroteno) y C; minerales y Fibra Alimentaria a la dieta (Moreira y col., 2013).

Los vegetales son recomendados por el alto contenido de fibra dietética necesaria para el funcionamiento gastro-intestinal, valor alimenticio, sabor agradable y propiedades aromáticas, son los principales proveedores de las vitaminas necesarias para el funcionamiento del organismo, mantienen el equilibrio ácido básico y contienen sustancias especiales que eliminan o detienen el desarrollo de microorganismos patógenos. (Ministerio de la agricultura, 2007). (Ondina et al. 2002)

Las hortalizas son muy importantes en la regulación de la acción del sistema nervioso y para elevar la resistencia del organismo a determinadas enfermedades. Contribuyen al mejoramiento del sabor de las comidas, al aumento de la secreción de las glándulas digestivas y con todo ello al mejoramiento de la digestión, eliminando del organismo las sustancias no digeribles sin que estas no se detengan más de lo necesario; y a la asimilación de las demás sustancias nutritivas. Además, ayudan a neutralizar los ácidos que se forman durante la digestión de la carne, queso, huevo, pan, arroz, entre otros, debido a que en ellas predominan sustancias alcalinas, lo que permite mantener una normal reacción sanguínea (Fuentes et al. 2012).

## **1.2. El Manejo Integrado de Plagas (MIP)**

El crecimiento de la población mundial y, por consecuencia, el aumento de la necesidad alimenticia causó hace aproximadamente 30 años el inicio de la revolución verde que tenía como única prioridad el aumento de la cantidad de

alimentos a todo costo. Desde entonces realmente se ha podido ver en el mundo un cambio extraordinario en la tecnología agropecuaria e indudablemente un aumento en la producción. Pero al mismo tiempo también empezaron a aparecer efectos negativos no calculados (Brechelt, 2004).

A principios del pasado siglo, los plaguicidas estaban constituidos fundamentalmente por sales metálicas y productos naturales extraídos de plantas como la cuasia, la nicotina y la rotenona; pero con el desarrollo industrial y la necesidad de un mercado agrícola competitivo después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron los compuestos orgánicos sintéticos, que si bien eran mucho más efectivos, de amplio espectro y fácil manejo, incrementaron los daños al medio ambiente y la salud del hombre (Alfonso et al.2002).

Entre los principales daños ocasionados por los plaguicidas químicos se encuentran los siguientes (Brechelt, 2004).

- Contaminación del aire (organofosforados).
- Contaminación del suelo (organoclorados).
- Contaminación del agua (organoclorados y organofosforados).
- Formación de resistencias contra los pesticidas.
- Eliminación de enemigos naturales (productos no selectivos).
- Reducción de la población de las abejas.
- Envenenamiento de aves y peces.
- Reducción de la biodiversidad.

La toxicidad de los pesticidas para el aplicador depende de la forma de contacto y las condiciones físicas del hombre las intoxicaciones son muy

frecuentes y muchos casos terminan en la muerte según plantea la misma autora.

El uso racional y ecológicamente aceptable de plaguicidas de síntesis química de mínimo impacto; los bioplaguicidas, así como las alternativas avanzadas de biocontrol obtenidas por genómica molecular y tecnologías de ADN recombinante, debe ser integrado para en primer lugar evitar efectos adversos sobre los organismos benéficos y, en segundo lugar, el desarrollo de resistencia en insectos, hongos, bacterias y malezas, lo que conlleva a la aplicación de dosis cada vez más altas, con un mayor riesgo de intoxicación humana y también del aumento de la contaminación ambiental. Por tal razón, la agricultura en América Latina y el Caribe ha de ir experimentando una conversión, según Altieri, (1994), de convencional con altos insumos a una agricultura de bajos insumos, donde los bioplaguicidas contribuyan a tales fines.

Para evitar el uso de plaguicidas químicos lo primero es establecer prácticas de manejo de plagas y en caso de que estas aparezcan se recomienda la aplicación de técnicas biológicas mediante la liberación, conservación y manipulación de enemigos naturales, depredadores y parasitoides; así como otras técnicas: trampas de colores, feromonas y extractos vegetales (Pérez, 2002).

El paradigma agroecológico como alternativa a los problemas causados por el uso no racional de los plaguicidas químicos, entre otros problemas relacionados con la agricultura, ha adquirido una mayor dimensión en el sector agrario a nivel mundial (Pérez, 2004).

Lino et al. (2014) también plantea que el control natural de plagas evita los problemas con las plagas y enfermedades de las plantas, y mantiene los productos químicos dañinos fuera de nuestros cuerpos y del medio ambiente. También evita los problemas de dependencia en los productos químicos y la resistencia a los plaguicidas.

Entre las estrategias de la agricultura sostenible está el enfrentamiento a las plagas y enfermedades, mediante técnicas y métodos apropiados al cultivo que no alteren al medio ambiente en el que se desarrollan. En tal sentido, con una aplicación correcta del conjunto de principios de la agricultura ecológica, se logra una situación de equilibrio de las plagas con sus controladores, principio que sustenta las estrategias para el manejo integrado de plagas (MIP) (Cuellar et al. 2003).

En el caso particular de Cuba, con la promulgación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) como política del estado en 1982 y el establecimiento en 1988 del Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos (Pérez et al. 1995), se garantiza el uso de los bioplaguicidas dentro de la estrategia concebida por la producción agropecuaria cubana. En tal sentido, la sustitución por otras alternativas de bajo consumo energético y de carácter biológico, permiten emplear los extensos y variados recursos naturales, tanto de microorganismos y entomófagos como de la flora generadora de sustancias bioactivas, mediante los cuales se hace posible la producción de medios biológicos eficientes y efectivos en el mantenimiento de una agricultura rentable, sostenible y cada vez más ecológica.

Vázquez (2004), señala que para el manejo de plagas existe la tendencia de concentrarse en el sistema de cultivo; en cambio, se ha demostrado que para lograr buenos resultados es fundamental el manejo del sistema de producción o la finca, porque es la escala donde se producen interacciones que influyen de manera significativa en la ocurrencia de enemigos en los cultivos; por lo que el manejo de plagas no se logra cuando se ataca el agente directamente o se protege al cultivo, sino cuando se maneja el sistema de producción mediante prácticas que contribuyan a disminuir las causas por las cuales las plagas se presentan y se incrementan.

En un sistema de producción o finca existe diversidad de plantas que no se limitan al ámbito de los campos, parcelas o canteros cultivados, sino que alcanzan toda la finca o sistema de producción y que integran la diversidad biológica, las que son componentes importantes del manejo agroecológico de plagas (Vázquez y Fernández, 2007).

Por lo que el funcionamiento óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre sus diversos componentes bióticos y abióticos lo que permite iniciar sinergismos que contribuyan a favorecer procesos en los agroecosistemas, al ofrecer servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el ciclo de nutrientes, el fomento de artrópodos y antagonistas beneficiosos, (Altieri y Nichols, 2007), todos ellos importantes en determinar la sostenibilidad de los agroecosistemas.

Los instrumentos más importantes del manejo integrado de plagas pueden clasificarse en cuatro grupos principales según Brechelt, (2004):

- Las técnicas de cultivo y medidas de fitomejoramiento.
- Las medidas de control mecánicas y físicas.
- Las medidas de protección vegetal biológica y biotécnica.
- Las medidas químicas.

Donde los tres primeros puntos también son la base para el manejo ecológico de plagas según la misma autora.

El término plaga ha evolucionado desde la antigüedad hasta hoy, donde el enfoque de las pérdidas que causan posee una connotación económica, ecológica y social. Si un organismo se considera o no una plaga depende, básicamente, de un juicio de valor. Se considerará como tal cuando sea capaz de provocar un daño o perjuicio económico, o en algún otro sentido sea "no deseable" para el hombre. Dentro de los organismos que pueden ser plagas se incluyen: insectos, ácaros, garrapatas, nemátodos, hongos, bacterias, malezas, roedores, aves, moluscos, crustáceos, virus, etc. (Pérez, 2004; Echemendia, 2010; Vázquez, 2003).

Castellanos et al. (1998) plantean que el Manejo Integrado de Plagas (MIP) como una etapa superior en la protección de plantas, donde se establece una estrategia para el manejo de plagas en el contexto socio económico de los

sistemas agrícolas, el medio ambiente asociado y la dinámica de la población de las diversas especies, utiliza todos los métodos técnicos apropiados y compatibles para mantener la población de la plaga por debajo del umbral económico de daño.

Vázquez et al. (2008) plantea que el manejo de plagas debe considerarse como un proceso complejo, que debe realizarse con enfoque de sistema y de acuerdo con las características de la agricultura en cada territorio.

En Cuba se ha considerado imprescindible que el control biológico por aumento se inserte dentro de los programas de Manejo Integrado de Plagas, porque estos bioproductos contribuyen a disminuir la carga toxica de los plaguicidas sintéticos y constituyen ahorro de importaciones, fuentes de empleo local, entre otras ventajas (Vázquez, 2008).

### **1.3. La Agricultura Urbana en Cuba**

La obtención de vegetales en unidades de organopónicos comenzó a desarrollarse en Cuba en el año 1994, principalmente en la producción intensiva de hortalizas y condimentos frescos, como parte del movimiento de la Agricultura Urbana, desarrollándose sobre canteros protegidos lateralmente de materiales diversos, dotados de un sustrato conformado con altas dosis de materia orgánica y un sistema de explotación donde se aplican los principios del manejo integrado de la nutrición y la protección de los cultivos (González et al. 2006).

El cultivo protegido y semiprotegido a nivel mundial se reconoce como una tecnología de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año (Herrera, 2013). En Cuba constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas tradicionales y asegurar su suministro fresco al turismo, mercado de frontera y población, inclusive en los períodos en que la oferta de la producción proveniente del campo abierto resulta en extremo limitada por lo que se introduce el sistema semiprotegido de forma masiva en los organopónicos desde el 2007 en Cuba en (Casanova et al. 2007).

En la provincia de Cienfuegos también se introduce en los organopónicos la tecnología de cultivos semiprotegido para las hortalizas de hojas fundamentalmente, existiendo en el municipio de Cienfuegos 17 organopónicos con este sistema (Granja Urbana); donde se cultivan variadas especies y vegetales, plantas ornamentales, flores, plantas medicinales, aromáticas y otras, que requieren una atención por exceso de radiación solar en determinada época del año en las condiciones medioambientales de Cuba al disminuir las altas temperaturas (Herrera, 2013). Dicha tecnología ha traído consigo altas incidencias en el aumento de plagas destacándose los moluscos (Herrera y Castellanos, 2011).

#### 1.4. Los moluscos como plagas

Después de los artrópodos, el Phylum Mollusca es el grupo más abundante del reino animal, estimando un número por encima de las 100.000 especies existentes (Campbell y Reece, 2007). Los moluscos poseen un gran éxito evolutivo con diversas formas, tamaños y gran adaptación en diferentes hábitats, con representantes en el medio acuático y terrestre, los caracoles no sólo causan daño a animales y humanos, sino que también ocasionan enfermedades y daños directos a las plantas (Supianl y khwanuddin, 2002; Abdelgaleil y Badawy, 2006).

Los moluscos pertenecen a la Clase *Gastropoda*, Orden *Stylommatophora*, dentro de la cual se destacan por estar más relacionadas a la agricultura las familias *Agriolimacidae*, *Limacidae*, *Milacidae* y *Arionidae*. La especie más común en el mundo afectando cultivos agrícolas corresponde a la babosa chica gris (*Deroceras reticulatum*. Müller) (Hammond et al. 1996).

Companioni et al. (1997), refieren que los moluscos son plagas que afectan las distintas modalidades productivas de la Agricultura Urbana, organopónicos, huertos intensivos, parcelas, autoconsumo, etc. producen daños y defoliaciones especialmente en las hortalizas de hoja, afectando la calidad y los rendimientos de los cultivos.

Espinosa y Ortega, (1999) consideran la capacidad de dispersión natural de los moluscos terrestres generalmente es muy baja, pero algunas especies de pulmonados oportunistas muy adaptables a diferentes condiciones ecológicas,

presentan una distribución geográfica casi cosmopolita. Esto ha sido provocado fundamentalmente por la actividad del hombre, al difundir plantas para la agricultura y la jardinería sin el debido control sanitario, un ejemplo notable es *Subulina octona* (Bruguière), (familia *Subulinidae*).

También han sido registradas como plagas en frijol, café, musáceas, flores (crisantemos), cortando plántulas al ras del suelo al momento de la germinación, daño parecido al causado por los gusanos cortadores (Thome, 1993). Sin embargo, se les ha prestado poca atención como plaga, debido a que sus daños tienden a ser localizados e impredecibles y los hace difíciles de controlar (Andrews y Huezco, 1983). Estos animales tienen hábitos nocturnos y prefieren los sitios húmedos y sombríos, debajo de piedras, bloques, restos de cosechas, arbustos y hojas secas en descomposición, entre otros (Thomé et al. 2001).

Así mismo Crovetto (1992) informa en Chile a *D. reticulatum* como una especie plaga para la agricultura, originaria de Europa y que se adaptó a las condiciones climáticas de la mayoría de los valles cultivados del país, causando daños considerables en algunos cultivos. Evidenciándose la importancia del control de los moluscos plagas para la salud de la agricultura mundial.

Después de los insectos y los ácaros, los caracoles son el grupo de invertebrados contra el cual los programas de control biológico dirigen su atención (Nicholls, 2008). Quién también plantea que entre los moluscos plagas de cultivos, la principal preocupación ha sido con las especies comestibles como *Achatina fúlica* Bowdich, la cual en muchas zonas se utiliza como alimento (Waterhouse y Norris, 1987).

En Cuba la introducción de esta especie se informa en el 2014 (agente considerado en el listado de plagas cuarentenadas para el país) por lo que se declara una alerta de vigilancia fitosanitaria para su detección y control por medios no químicos, debido a que está considerada entre las 100 entidades exóticas invasoras más importantes a nivel mundial a causa de su alto potencial reproductivo, su amplio rango de hospedantes y su voracidad en cultivos de importancia económica como plátano, tabaco, cítricos, papa, arroz,

múltiples hortalizas y ornamentales (Dirección Fitosanitaria de Cienfuegos, 2014).

Estudios realizados por Vázquez y Fernández, (2007) informan a *P. griseola* y *S. octona* en organopónicos de Ciudad Castellanos et al. (2011) dan a conocer la incidencia de plagas y en enfermedades en el cultivo del frijol observándose la especie *P. griseola*. como plaga en la finca del Municipio La Sierpe, provincia de Sancti Spiritus, Cuba, donde se refiere la incidencia y el nivel de área foliar afectada por esta, que aunque es un caracol pequeño alcanzó índices iguales o superiores a 0.3 individuos/planta en cuatro accesiones, y en general se observaban daños en las plantas aunque sin ofrecer un método de control efectivo y disponible durante todo el año por su fácil adquisición en el mercado

Herrera et al.(2013) refiere también que los moluscos presentes en los cultivos de hortalizas bajo la tecnología de cultivos protegidos de los organopónicos pertenecían a las especies *P. griseola*, *S. octona* y *Leidyula floriana* durante todo el año en los cultivos de lechuga, col, zanahoria, pepino, fresa, remolacha, cebollino y acelga y el nivel de área foliar afectada por *P. griseola*, por ello se considera dicha especie como la más agresiva, pero tampoco se ofrece soluciones al problema

De igual forma Matamoros, (2014) informa un total de 11 familias, 14 géneros y 15 especies, nueve de hábitos fitófagos y seis no fitófagos donde las más recurrentes fueron *P. griseola*, *Bradybaena similis* (Ferrusác) y *S. octona* para la región occidental de Cuba. Sin brindar posibles formas de control.

Por otra parte son escasas las alternativas de control de moluscos en Cuba, recomendándose productos químicos como metiocarb + metaldehído+ metomilo (Caracole x 5,95 cebo (0,5+5,0+0,45) y metaldehído (Babotox G 5) y el empleo de trampas con fruto del plátano y sal común, así como bioproductos del (güirito espinoso) *Solanum globiferum* Dunal como molusquicida (Alfonso, 2002).

## 1.5. Las plantas como fitoplaguicidas

El control biológico alcanza en la actualidad un gran auge dentro de la agricultura ecológica como medida complementaria de una amplia ventaja, por no generar efectos secundarios, como resistencia y contaminación (Kulmans y Vázquez, 2002). De esta forma las plantas con potencial biocida constituyen un componente importante de control, dentro del contexto de manejo integrado de plagas (Iannacone y Lamas, 2003).

Las ventajas de las sustancias botánicas son obvias: la mayoría son de bajo costo; están al alcance del agricultor; algunas son muy tóxicas pero no tienen efecto residual prolongado y se descomponen rápidamente; en su mayoría no son venenosas para los mamíferos (Brechelt, 2004.)

Girón et al. (2000) plantean que las plantas plaguicidas han despertado interés por el hecho de ser un método natural y de menor costo para el control de plagas en diferentes cultivos, además de contribuir al equilibrio ecológico sin afectar drásticamente el desarrollo, cambio y evolución de la naturaleza. Estas plantas poseen sustancias tóxicas contra bacterias, hongos e insectos, conteniendo principios activos como benzoatos, cianamatos, cumarinas, quinonas y flavoides. Actualmente se consideran las ventajas del uso de extractos vegetales para el control de plagas pues no provocan contaminación alguna, debido a que estas sustancias son degradadas rápidamente en el medio.

Piña y col. (1996), demostraron que *S. Saponaria*, y además *M. azedarach* y *M. Charantia* disminuían la frecuencia cardiaca de *Fossaria cubensis* lo que indica que la acción tóxica de las plantas la ejerce un grupo de compuestos bien definidos estructuralmente, que se encuentran preferentemente en forma de glicósidos. Esta coincidencia amplía las posibilidades en la búsqueda de molusquicidas botánicos, pues conociendo los metabolitos secundarios de plantas adecuadas a tal fin, se puede predecir una acción contra moluscos, lo cual debe corroborarse con las pruebas biológicas de laboratorio los agaves como fitoplaguicidas.

Actividad molusquicida se ha visto *Agave wightii* Drumm. &Prain in Beng y *Agave sisalana* Perrine, se han extraído saponinas esteroides (Sharma, 1989; Debnath et al. 2010). De igual forma se ha estudiado este efecto en *Agave filifera* (Salm-Dyck) Baker, y *Agave lechugilla* Torr, 1859 (Shoeb & El-Sayed, 1985). Y sobre *Biomphalaria havanensis* (L. Pfeiffer, 1839) se ha encontrado en *Agave legrelliana* Jacobi. H, *Agave fourcroydes* Lem. y *Agave beauleriana* Jacobi (Ferrer et al.1993; Diaz &Ferrer, 1996). El-Eman et al. (1989) demostraron en *A. filifera* disminución de la capacidad de puestas de huevos de *Biomphalaria alexandrina* Ehrenberg, 1831.

Extractos acuosos de *Agave attenuata* Salm Dyck, 1834 presentaron actividad contra *Bulinus africanus* (Krauss, 1848) (Debnath et al. 2010). De la misma manera en este estudio, efectos molusquicidas en *Heleobia cumingii* se vieron por *A. americana* y en *F. andina* la que también ha mostrado actividad molusquicida sobre *Fossaria viatrix* (Orbigny, 1935) y *Physave nustula* Gould, 1948 (Olano, 1999; Guzmán, 2008). En *Furcraea selloa* K. Koch., se ha visto efectos molusquicidas en *B. alexandrina* (Osman et al. 2011). El extracto "in vitro" de *A. americana* (Agavaceae) mostró un mayor efecto molusquicida en relación al resto de extractos acuosos evaluados.

#### 1.6. Las saponinas esteroidales, potencialidades molusquicidas

Entre los principales metabolitos secundarios aislados de la familia *Agavaceae*, se encuentra que las saponinas esteroidales son los más frecuentes. (Agrawl et al. 1985). Las saponinas esteroidales son compuestos que poseen como propiedades comunes la alta capacidad de formación de espumas en soluciones acuosas, su actividad hemolítica, ser tóxica para los peces y la formación de complejos con el colesterol. Las saponinas tienen un amplio rango de actividades biológicas tales como su acción antimicótica, antiviral, anticáncer, hipolesterolémica, hipoglicaémica, antitrombótica, diurética, antiinflamatoria y molusquicida (Guerra et al. 2008)

Pruebas fitoquímicas señalan en el género *Agave*, metabolitos secundarios como: 1) saponinas, 2) glicósidos cardiacos, 3) esteroides, 4) taninos y 5) flavonoides (Hammuel et al.2011; Kadam et al. 2012; Rizwan et al. 2012; Almaraz-Abarca et al. 2013). Las saponinas esteroidales en *Agave* muestran

concentraciones bastante altas y son las más investigadas, presentando una actividad molusquicida bien documentada (Debnath et al. 2010; Hammuel et al. 2011; Osman et al. 2011; Almaraz-Abarca et al. 2013). Se ha demostrado que las saponinas hecogeninas son las más abundantes en hojas maduras de *Agave* (Debnath et al. 2010). Los extractos del género *Agave* son considerados un buen sustituto para el molusquicida niclosamida, disponible comercialmente, y que pueden ser empleados en forma segura para el control de caracoles vectores-transmisores (Ojewole, 2004; Rizwan et al. 2012).

Se pueden citar numerosos trabajos que muestran el interés que existe a nivel mundial por los extractos de plantas molusquicidas (Shoeb et al. 1984; Hammond et al. 1994; Giovanelli et al. 2001; Mansour et al. 2003; Silva et al. 2006). Dirigidos en su mayoría a molusquicida para controlar un caracol plaga en el medio acuático no siendo así para las plagas agrícolas.

También diversos autores refieren a *Furcraea andina* (*Agavaceae*) como molusquicida, como insecticida y en el ámbito medicinal como antiparasitario contra la sarna y los parásitos externos (Olano, 1999; Pino, 2006; Aguilar et al. 2007; Quintana, 2010; Olivera et al. 2011; Lozano-Rivas et al. 2012).

Se ha estudiado a *Agave wightii* Drumm. & Prain in Beng y a *Agave sisalana* Perrine, de donde se extrajeron saponinas esteroides (Sharma, 1989; Debnath et al. 2010). Shoeb & El-Sayed (1985) encontraron actividad molusquicida en *Agave filifera* (Salm-Dyck) Baker, y *Agave lechugilla* Torr, 1859. Ferrer et al. (1993) y Díaz & Ferrer (1996) observaron efectos molusquicidas en *Agave legrelliana* Jacobi. H, *Agave fourcroydes* Lem. y *Agave beauleriana* Jacobi sobre el caracol *Biomphalaria havanensis* (L. Pfeiffer, 1839).

El-Eman et al. (1989) demostraron que el polvo seco de *A. filifera* disminuyó la capacidad de puestas de huevos de *Biomphalaria alexandrina* Ehrenberg, 1831. Extractos acuosos de *Agave attenuata* Salm Dyck, 1834 presentaron toxicidad contra *Bulinus africanus* (Krauss, 1848), *Daphniapulex* (Linnaeus, 1758), *Anophele sarabiensis* Patton, 1905 y *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852), demostrando propiedades molusquicidas, larvicidas y respectivamente (Debnath et al. 2010). Donde los mayores efectos molusquicidas se vieron en *A. americana* y en *F. andina*.

Dentro de las plantas con propiedades medicinales, venenosas y aromáticas, se encuentra el género *Agave* que está formado por 300 especies, de las que cerca de 50 crecen en la región de las Antillas y en Cuba hay una abundante presencia con 16 que se distribuyen a lo largo de todo el país (Álvarez de Zayas, 1996).

En la zona central del país se localizan básicamente cuatro (Álvarez 1996) *Agave grisea*, *Agave acicularis*, *Agave offoyana*, *Agave legrelliana Jacobi*, *A. brittoniana*, esta última la más estudiada desde el punto de vista fitoquímico (Macías et al. 2007).

Sobre la acción fitosanitaria de especies de plantas del género *Furcraea* en Perú, se informa que el agua en la cual se remojan las hojas de *Furcraea andina Trel*, pueden servir como insecticida y antiparasitario reportada además como molusquicida por Olano (1999) lo que corrobora las potencialidades de esta familia como control para los moluscos.

Varios son los autores internacionales que informan otras plantas de la familia *Agavaceae* con efecto molusquicida como *Agave legrelliana Jacobi* (Díaz & Ferrer, 1996), *A. americana* (Pino, 2006) y *Furcraea selloa* K. Koch (Osman et al. 2011). Los que han demostrado la presencia de saponinas esteroidales en altas concentraciones a las que le atribuyen la actividad molusquicida (Debnath et al. 2010; Hammuel et al. 2011; Osman et al. 2011; Almaraz-Abarca et al. 2013).

La especie *A. brittoniana* ha sido estudiada desde el punto de vista fitoquímico (Guerra et al. 2008 y Pérez, 2011) pero no verificada con acción molusquicida. De estas solo se ha identificado la saponina con actividad insecticida de *F. hexapetala*. la cual fue denominada *Furcraestatina* (Perez, 2011).

También, Herrera (2013), estudia tres especies de este género como primer acercamiento a su acción molusquicida lo cual demostró en un estudio "*in vitro*" empleando jugo y troceado de tres especies (*Agave americana marginata* L., *Agave sp.* y *F. hexapetala.*), que cualquiera de los dos métodos de obtención

del extracto de las tres especies a la dosis mínima son efectivas contra *P. griseola* a los 10 días de la aplicación.

## *Capítulo II Materiales y métodos*

La presente investigación se realizó en el laboratorio de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Carlos Rafael Rodríguez en la provincia de Cienfuegos, en el período comprendido de 2015 – 2017. Esta es una investigación totalmente experimental.

Con cada planta se condujeron dos experimentos "*in vitro*": uno con Jugo (por ingestión y por contacto) y otro con el extracto rico en saponinas (por contacto) simultáneamente para evaluar el efecto molusquicida de hojas de las plantas *A. brittoniana* y *F. hexapetala*.

### **2.1. Recolección del material vegetal para la obtención de los jugos y extractos ricos en saponinas de ambas especies de Agavaceae**

De cada especie se colectó hojas maduras de la parte inferior de plantas adultas de más de 1m de altura y cinco años de plantada.

El material vegetal de *A. brittoniana* se colectó en áreas de la zona del Arcoíris, en la provincia de Villa Clara, región central-norte de Cuba, en los meses de enero y febrero 2015.

*Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban: se recolectó en la comunidad Babiney en el municipio de Abreus en la provincia Cienfuegos, en los meses de enero y febrero 2015.

### **2.2. Obtención del jugo de ambas especies de Agavaceae**

Las hojas colectadas fueron pasadas por un trapiche de caña de azúcar para extraer jugo.

Los tratamientos de las dos plantas se prepararon siguiendo el protocolo mL/L; a partir de diluciones del jugo puro (al 100%) de cada planta que se dejó reposar 24 horas y se filtró, a partir del cual se realizaron las tres soluciones a ensayar, 12,5 mL de jugo/L; 25,0 mL de jugo/L; 50,0 mL de jugo/L y 100,0mL de jugo /L

### 2.3. Obtención del extracto rico en saponinas

Para la obtención de los extractos ricos en saponinas a las hojas de ambas especies se les retiró la película de cera que las protege y el material resultante se cortó en pequeños trozos, se secó a 40 °C hasta peso constante (aproximadamente 10 días). Finalmente el material vegetal seco se molinó hasta obtener un polvo fino, que fue procesado en los laboratorios de la Facultad de Química Farmacia de la Universidad Central de Las Villas hasta obtener el extracto, por el método de (Guerra, 2008).

Para el estudio se empelaron individuos de la especie *P. griseola* obtenidos en los cultivos de hortalizas de los organopónicos Pueblo Griffo y el de la universidad de Carlos Rafael Rodríguez respectivamente ambos ubicados en el municipio de Cienfuegos. Los que se alimentaron una semana en el laboratorio según la metodología de Iannacone et al. (2013) y se seleccionaron los de tamaño más uniforme, que estuvieran activos y sin síntomas extraños.

En cada magenta se colocaron 20 individuos adultos de *P. griseola*. En el caso de los experimentos por ingestión el alimento disponible para el individuo en este caso la lechuga fue asperjado con las diluciones de cada uno de los tratamientos concebidos para cada ensayo en los experimentos por contacto el envase plástico (magenta) es el asperjado. Para ello se empleó un esponsor manual y luego de la aspersion es que se introducen los moluscos.

Se preparó para los ensayos con jugo cinco tratamientos dispuestos en un diseño completamente aleatorizado. Los mismos constaron de cinco tratamientos y cuatro repeticiones donde se aplicó a la misma vez con jugo de ambas especies botánicas (12,5 % ,25 %, 50%, 100% y un control).

En el caso del ensayo con el extracto rico en saponinas se siguió la misma metodología que por contacto para el experimento con jugo de las dos especies con un incremento en el número de tratamientos a seis los cuales fueron:( 0,65%, 12,5 % ,25 %, 50%, 100% y un control).

Se evaluó la eficacia técnica de los jugos sobre *P. griseola* en cada recipiente plástico, en el caso del jugo se realizó durante cinco días con observaciones cada 24 horas y en el extracto durante siete días con observaciones cada 24 horas .

Se determinó el porcentaje de eficacia, para lo cual se empleó la fórmula de Henderson- Tilton (Ciba-Geygi, 1981)

$$\% \text{ Eficacia} = 1 - \frac{(T_d \times C_a)}{T_a \times C_d} \times 100$$

Ta Cd

Donde:

Ta: Infestación en parcela tratada antes del tratamiento.

Td: Infestación en parcela tratada después del tratamiento.

Ca: Infestación en parcela testigo antes del tratamiento.

Cd: Infestación en parcela testigo después del tratamiento.

Para la discriminación de la eficacia se consideró muerto el individuo incapaz de realizar algún tipo de movimiento, como mover el pie, la concha o los tentáculos cefálicos durante 15 segundos de observación (Iannacone et al. 2013).

Los resultados de eficacia obtenidos por recipiente para cada tratamiento a las 24 horas se transformaron en  $2 \arcsin \sqrt{\%/100}$  y se sometieron a un análisis de varianza. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con 5% de probabilidad de error. Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows.

## Capítulo III Resultados y discusión

### 3.1. Eficacia del jugo y extracto rico en saponinas de *A. brittoniana* en el control de *P. griseola*

El estudio realizado con jugo de *A. brittoniana* por ingestión arrojó que esta especie botánica es capaz de controlar a *P. griseola* con una sola aplicación a partir de los cuatro días con el tratamiento al 25 y al 50% con valores de eficacia de 62,50% y 60,00% por encima del 60%, nivel establecido como aceptable para los medios biológicos y alternativos por la Sanidad Vegetal (2011) y sin diferencias significativas entre ellos, pero sí con el resto de los tratamientos (Tabla1).

**Tabla 1: Eficacia de jugo de *A. brittoniana* por ingestión sobre *P. griseola* (%).**

Tratamiento Dilución (%)	1día	2día	3día	4día	5día
<b>0.0 (control)</b>	0.00 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>	21,25 <sup>a</sup>	27,50 <sup>a</sup>	28,75 <sup>a</sup>
<b>12,5</b>	16,25 <sup>b</sup>	25.00 <sup>b</sup>	36,25 <sup>b</sup>	45.00 <sup>b</sup>	47,50 <sup>b</sup>
<b>25,0</b>	17,50 <sup>bc</sup>	27,50 <sup>b</sup>	45.00 <sup>c</sup>	62,50 <sup>c</sup>	67,50 <sup>c</sup>
<b>50,0</b>	22,50 <sup>c</sup>	33,75 <sup>c</sup>	52,50 <sup>d</sup>	60.00 <sup>c</sup>	73,75 <sup>c</sup>
<b>100,0</b>	33,75 <sup>d</sup>	53,75 <sup>d</sup>	68,75 <sup>e</sup>	85.00 <sup>d</sup>	97,50 <sup>d</sup>
<b>E T*</b>	<b>0.09</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.09</b>	<b>0.13</b>

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para  $P \leq 0,05$ .

Esta eficacia se mantiene para ambos tratamientos por encima del 60% hasta los 5 días de aplicación y se incrementa hasta un 85,00% y un 97,50% respectivamente con el tratamiento al 100% (Tabla1), resultados que muestran una disminución del tiempo de exposición de la plaga al producto para ser controlada a los obtenidos por Herrera,( 2013) para jugo de tres especies de la familia Agavaceae (*F. hexapetala*, *A. americana* y *A. legrelliana*) los cuales son efectivos contra *P. griseola* a los siete días de la aplicación, a la disolución mínima estudiada (12,5%).

Además coinciden con los resultados de Nodarse et al. (2016) para jugo de *A. brittoniana* en campo los que plantean una eficacia por encima del 60% en el control de moluscos plagas a partir del tercer día de tratamiento y el mantenimiento del mismo hasta los 5 días después de la aplicación.

En el ensayo realizado con jugo de *A. brittoniana* donde las aplicaciones fueron hechas por contacto la eficacia en el control de *P. griseola* se obtuvo en un tiempo menor con respecto a la aplicación con el tratamiento al 100% que alcanzó 91,25% de eficacia con diferencias significativas con el resto de los tratamientos y con el control (Tabla2).

Sin embargo no es hasta dos días después de la aplicación que se alcanzan valores de eficacia de 60% con el tratamiento 25% (Tabla2), el cual por esta vía de actuación alcanza a los tres días de la aplicación valores superiores a los obtenidos con la misma especie por ingestión e incrementa estos valores hasta 76,25% y 78,75% a los cuatro y cinco días respectivamente con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

**Tabla 2: Eficacia de jugo de *A. brittoniana* por contacto sobre *P. griseola* (%)**

<b>Tratamiento</b>					
<b>Dilución (%)</b>	<b>1día</b>	<b>2días</b>	<b>3días</b>	<b>4días</b>	<b>5días</b>
<b>0.0(control)</b>	0.00 <sup>a</sup>	16,25 <sup>a</sup>	46,25 <sup>a</sup>	48,75 <sup>a</sup>	48,75 <sup>a</sup>
<b>12,5</b>	16,25 <sup>b</sup>	27,50 <sup>b</sup>	55.00 <sup>b</sup>	66,25 <sup>b</sup>	71,25 <sup>b</sup>
<b>25,0</b>	40.00 <sup>c</sup>	60.00 <sup>c</sup>	67,50 <sup>c</sup>	76,25 <sup>c</sup>	78,75 <sup>c</sup>
<b>50,0</b>	56,25 <sup>d</sup>	67,50 <sup>d</sup>	78,75 <sup>d</sup>	87,50 <sup>d</sup>	90.00 <sup>d</sup>
<b>100,0</b>	91,25 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>
<b>E T*</b>	<b>0.19</b>	<b>0.18</b>	<b>0.13</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para  $P \leq 0,05$ .

Dichos resultados evidencian que de las dos vías de actuación del jugo de *A. brittoniana* (ingestión y contacto) sobre *P.griseola* para el control de la misma como plaga, es la vía por contacto la que alcanza valores de eficacia por encima de 60% en menor tiempo y con un tratamiento de menor dilución 25%, por lo que para su introducción en campo se recomienda utilizar la vía del contacto para reducir el tiempo de control de la plaga con el mismo tratamiento (Tabla2).

De igual forma se tuvo en consideración los resultados de los experimentos hechos con jugo para realizar el experimento con el extracto rico en saponinas de *A. brittoniana* con el objetivo de ahorrar el recurso fitogenético y de esta

forma contribuir a la preservación de la especie botánica en estudio. Por lo que el experimento con el extracto rico en saponina se realizó solo por la vía de actuación por contacto.

El ensayo con el extracto rico en saponinas de *A. brittoniana* arrojó que a partir del sexto día después de la aplicación se alcanzan valores de eficacia por encima del 60% establecido como bueno para los productos biológicos y alternativos por la Sanidad Vegetal (2011) sólo con el tratamiento de 100g/L el cual presenta diferencias significativas con el resto de los tratamientos (Tabla3).

**Tabla 3: Eficacia de extracto rico en saponinas de *A. brittoniana* sobre *P. griseola*.**

Tratamiento Dilución (g/L)	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días
	<b>0.0 (control)</b>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>	13,75 <sup>a</sup>
<b>0.65</b>	2,50 <sup>a</sup>	2,50 <sup>ab</sup>	3,75 <sup>ab</sup>	6,25 <sup>b</sup>	8,75 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>	18,75 <sup>b</sup>
<b>12,5</b>	2,50 <sup>a</sup>	5.00 <sup>bc</sup>	5.00 <sup>b</sup>	12,50 <sup>bc</sup>	22,50 <sup>b</sup>	30.00 <sup>b</sup>	32,50 <sup>c</sup>
<b>25,0</b>	3,75 <sup>a</sup>	10.00 <sup>c</sup>	15.00 <sup>c</sup>	21,25 <sup>c</sup>	28,75 <sup>b</sup>	38,75 <sup>c</sup>	43,75 <sup>d</sup>
<b>50,0</b>	13,75 <sup>b</sup>	20.00 <sup>d</sup>	25.00 <sup>cd</sup>	35.00 <sup>d</sup>	38,75 <sup>c</sup>	46,25 <sup>d</sup>	52,50 <sup>e</sup>
<b>100,0</b>	20.00 <sup>b</sup>	25.00 <sup>c</sup>	30.00 <sup>d</sup>	40.00 <sup>d</sup>	46,25 <sup>c</sup>	57,50 <sup>e</sup>	65.00 <sup>f</sup>
<b>E T*</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para  $P \leq 0,05$

Estos resultados muestran que aunque las dos formas obtención del producto a aplicar de esta especie botánica (jugo y extracto rico en saponina) causan mortalidad sobre *P. griseola* por encima del 60% y pudieran ser candidatas para usarlas contra los moluscos, es el jugo la forma que alcanzan a la disoluciones más bajas estudiadas 12,5 g/L y 25,0 g/L el mismo efecto que a las alta en las aplicaciones hechas por la vía del contacto.

Dichos resultados disminuyen el tiempo del control planteado para las tres especies de *Agavaceae* de 7 días tanto para la obtención del extracto a partir de fracciones como para los extractos a partir de jugos de tres especies de *Agavaceae* (*F. hexapetala*, *A. americana* y *A. legrelliana*) las cuales lograron niveles de mortalidad de *P. griseola* con diferencia estadística con el control, a los 7, 10 y 15 días de montado los ensayos (Herrera, 2013).

Estos resultados difieren con los de Alfonso et al. (2002) que obtuvieron para pruebas de laboratorio con las concentraciones utilizadas del crudo de glicósidos, extracto alcohólicos y acuoso de los frutos de *S. globiferum* buena efectividad con relación al testigo sobre *P. griseola* a las 24 horas al producir una mortalidad de más del 80%.

Sin embargo coinciden con los resultados de Iannaccone et al. 2013 para *A. americana* y *F. andina* sobre *H. cumingii* a 24 h hasta 72 h de exposición los extractos acuosos a partir del jugo presentaron mayores efectos molusquicidas que los extractos a partir del polvo.

Los resultados de esta investigación significarían un ahorro del recurso fitogenético de la especie, así como de recursos y tiempo en la obtención del producto a aplicar, por ser más simple y rápida la obtención del jugo para los productores como una solución a introducir en los organopónicos.

### 3.2. Eficacia de jugo y extracto rico en saponina de *F. hexapetala* en el control de *P. griseola*.

El jugo *F. hexapetala* por ingestión a partir del cuarto día alcanzó eficacias mayores de 60% con el menor tratamiento 12,5% sin diferencias significativas con el tratamiento al 25,0% pero sí con el control, considerado como bueno por la Sanidad Vegetal (2011) para los tratamientos biológicos y alternativos.

Con el resto de los tratamientos se obtuvo valores de eficacias por encima de 80% que también es alcanzado con el menor tratamiento al quinto día después de la aplicación sin diferencias significativas entre ellos pero si con el control (Tabla 4).

**Tabla4: Eficacia de jugo de F. Hexapetala por ingestión sobre P. griseola (%)**

<b>Tratamiento</b>					
<b>Dilución (%)</b>	<b>1día</b>	<b>2días</b>	<b>3días</b>	<b>4días</b>	<b>5días</b>
<b>0.0 (control)</b>	2,50 <sup>a</sup>	3,75 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	27,50 <sup>a</sup>	31,25 <sup>a</sup>
<b>12,5</b>	13,75 <sup>b</sup>	28,75 <sup>b</sup>	37,50 <sup>b</sup>	65.00 <sup>b</sup>	81,25 <sup>b</sup>
<b>25,0</b>	26,25 <sup>c</sup>	45.00 <sup>bc</sup>	61,25 <sup>bc</sup>	81,25 <sup>bc</sup>	92,50 <sup>bc</sup>
<b>50,0</b>	53,75 <sup>d</sup>	72,50 <sup>c</sup>	82,50 <sup>cd</sup>	93,75 <sup>c</sup>	100.00 <sup>c</sup>
<b>100,0</b>	61,25 <sup>d</sup>	90.00 <sup>d</sup>	91,25 <sup>d</sup>	96,25 <sup>c</sup>	100.00 <sup>c</sup>
<b>E T*</b>	<b>0,08</b>	<b>0,14</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,11</b>

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para  $P \leq 0,05$

Al quinto día la eficacia fue mayor del 80%, en todos los tratamientos y con los tratamientos del 50% y 100% se logró un 100% de eficacia sin diferencias significativas entre los tratamientos (25,0%, 50,0% y 100%). El jugo de *F. hexapétala por contacto*, alcanzó en el primer día eficacias del 60% en las concentraciones del 100% presentando diferencia entre las cuatro concentraciones en estudio con diferencias significativas con el control.

El jugo de *F. hexapétala* por contacto alcanzó valores de eficacia por encima del 60% a partir del cuarto día de la aplicación al igual que por ingestión aunque con valores superiores a los obtenidos por este método de aplicación pues logra un 72,50% con diferencias significativas con el control y con el reto de los tratamientos y por ingestión solo se logra el 65% (Tabla5).

Estos resultados difieren con los de Alfonso et al. (2002) que obtuvieron para pruebas de laboratorio con las concentraciones utilizadas del crudo de glicósidos, extracto alcohólico y acuoso de los frutos de *S. globiferum* buena efectividad con relación al testigo sobre *P. griseola* a las 24 horas al producir una mortalidad de más del 80%.

Es de destacar que la especie estudiada al igual que el *A. brittoniana* tiene como ventaja que el ser una *Agavaceae* y por tanto tiene una disponibilidad de sus hojas para obtener el producto durante todo el año así como un método de obtención más rápido y asequible a los productores para el momento de su introducción en el proceso de manejo de los moluscos plagas pues en solo 24 horas el producto está listo para su aplicación mientras que el SOLASOL depende de la cosecha de los frutos del *S. globiferum*.

De igual forma la especie en estudio disminuye a cuatro días el tiempo de control planteado para las tres especies de *Agavaceae* de siete días tanto para la obtención del extracto a partir de fracciones como para los extractos a partir

de jugos de tres especies de *Agavaceae* (*F. hexapetala*, *A. americana* y *Agave sp.*) las cuales lograron niveles de mortalidad de *P. griseola* con diferencia estadística con el control, a los 7, 10 y 15 días de montado los ensayos (Herrera, 2013).

Los resultados de las aplicaciones hechas por contacto con las diluciones obtenidas a partir del jugo son superiores a los obtenidos por ingestión pues con los tratamientos menores pues desde los dos días posteriores a la aplicación con el tratamiento al 25.0% ya se alcanzó 67,50% de eficacia con diferencias significativas con el control y con el resto de los tratamientos por encima del 60% considerado bueno por la sanidad vegetal (2011) (Tabla 5).

**Tabla 5: Eficacia de jugo de F. Hexapetala por contacto sobre P. griseola (%).**

<b>Tratamiento dilución (%)</b>	<b>1día</b>	<b>2días</b>	<b>3días</b>	<b>4días</b>	<b>5días</b>
<b>0.0 (control)</b>	3,75 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>	18,75 <sup>a</sup>	20.00 <sup>a</sup>	20.00 <sup>a</sup>
<b>12,5</b>	16,25 <sup>b</sup>	30.00 <sup>b</sup>	45.00 <sup>b</sup>	72,50 <sup>b</sup>	86,25 <sup>b</sup>
<b>25,0</b>	28,75 <sup>c</sup>	67,50 <sup>c</sup>	71,25 <sup>c</sup>	82,50 <sup>c</sup>	90.00 <sup>b</sup>
<b>50,0</b>	48,75 <sup>d</sup>	75.00 <sup>d</sup>	86,25 <sup>d</sup>	91,25 <sup>d</sup>	96,25 <sup>c</sup>
<b>100,0</b>	65.00 <sup>e</sup>	88,75 <sup>e</sup>	90.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>d</sup>
<b>E T*</b>	<b>0.12</b>	<b>0.15</b>	<b>0.13</b>	<b>0.16</b>	<b>0.17</b>

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para P≤ 0,05

De igual forma que para el jugo de la misma especie por ingestión en el tratamiento por contacto la dilución 12,5% alcanzó valores de eficacia por encima del 60% a los cuatro días de la aplicación con una eficacia de 72,50% con diferencias significativas con el control y con el reto de los tratamientos (Tabla5) la cual supera a los resultados de la misma especie con la vía de acción por ingestión y la especie *A. brittoniana* por las dos vías y los dos métodos de obtención.

Dichos resultados también reducen el tiempo de control de la especie *P. griseola* a cuatro días con respecto a lo planteado para las tres especies de agavaceae de siete días tanto para la obtención del extracto a partir de fracciones como para los extractos a partir de jugos de tres especies de *Agavaceae* (*F. hexapetala*, *A. americana* y *Agave sp.*) las cuales lograron niveles de mortalidad de *P. griseola* con diferencia estadística con el control, a los 7, 10 y 15 días de montado los ensayos (Herrera, 2013).

Sin embargo coinciden con los resultados de Iannacone et al. 2013 para *A. americana* y *F. andina* sobre *H. cumingii* a 24 h hasta 72 h de exposición los extractos acuosos a partir del jugo presentaron mayores efectos molusquicidas que los extractos a partir del polvo. Pero difiere en cuanto a que los resultados de la especie perteneciente al género *Furcraea* es la de mayor efecto molusquicida

El extracto rico en saponinas de jugo de *F. hexapetala* también controla a *P. griseola* "in vitro" solo que sus valores de eficacia por encima del 60% se alcanzan a los cuatro días igual que en el reto de los experimentos con las otras vías de acción de los tratamientos y con la otra especie estudiada *A. brittoniana* pero solo con el tratamiento al 100g/L lo que resultaría en una sobre explotación del recurso fitogenético por lo que la mejor opción continúa siendo la obtención del jugo dado que permite el control y protege la especie en cuestión.

**Tabla6: Eficacia de extracto rico en saponinas *F. hexapetala* por contacto sobre *P. griseola***

<b>Tratamiento</b>							
<b>Dilución (g/L)</b>	<b>1 día</b>	<b>2 días</b>	<b>3días</b>	<b>4días</b>	<b>5días</b>	<b>6días</b>	<b>7días</b>
<b>0.0(control)</b>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
<b>0.65</b>	7,50 <sup>b</sup>	12,50 <sup>b</sup>	15.00 <sup>b</sup>	18,75 <sup>b</sup>	26,25 <sup>b</sup>	35.00 <sup>b</sup>	38,75 <sup>b</sup>
<b>12,5</b>	8,75 <sup>bc</sup>	13,75 <sup>b</sup>	17,50 <sup>b</sup>	26,25 <sup>c</sup>	32,50 <sup>c</sup>	38,75 <sup>bc</sup>	42,50 <sup>b</sup>
<b>25,0</b>	13,75 <sup>bc</sup>	17,50 <sup>bc</sup>	22,50 <sup>c</sup>	32,50 <sup>d</sup>	38,75 <sup>d</sup>	48,75 <sup>cd</sup>	53,75 <sup>c</sup>
<b>50,0</b>	10.00 <sup>cd</sup>	21,25 <sup>c</sup>	26,25 <sup>c</sup>	30.00 <sup>cd</sup>	38,75 <sup>d</sup>	52,50 <sup>d</sup>	62,50 <sup>d</sup>
<b>100,0</b>	17,50 <sup>d</sup>	36,25 <sup>d</sup>	55.00 <sup>d</sup>	78,75 <sup>d</sup>	90.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>	100.00 <sup>e</sup>
<b>E T*</b>	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.15</b>	<b>0.03</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>

\*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para  $P \leq 0,05$

Dichos resultados apuntan a que la acción molusquicida de las especies *F. hexapetala* y *A. brittoniana* es mejor cuando esta la totalidad de los metabolitos secundarios de la planta. Tal como plantea Alfonso, (2002) al decir de las plantas estudiadas por ellos se caracterizan por su contenido en alcaloides esteroidales en forma de glicósidos, como la solamargina y la solasonina, cuya aglicona común es la solasodina, usada como precursor para la síntesis de hormonas esteroides en la industria farmacéutica. La acción de estos glicósidos es parecida a las saponinas, ejercen un efecto irritante directo sobre la mucosa

del tubo digestivo y tras su absorción hasta la corriente sanguínea producen hemólisis de los glóbulos rojos, en dosis grandes paralización cardíaca.

Lo que coincide con los resultados de pruebas fitoquímicas que señalan en el género *Agave*, metabolitos secundarios como: 1) saponinas, 2) glicósidos cardíacos, 3) esteroides, 4) taninos y 5) flavonoides (Hammuel et al. 2011; Kadam et al. 2012; Rizwan et al. 2012; Almaraz-Abarca et al. 2013).

Este efecto puede asociarse con la presencia en estas plantas de metabolitos secundarios como las saponinas (Pérez, 2011; Iannacone et al. 2013; Kadam et al. 2012) presentes en otras seis de las especies de plantas con propiedades molusquicidas listadas para Cuba por (Alfonso et al. 2002). También se informó la presencia de altas concentraciones de saponinas esteroidales con actividad molusquicida para varias especies de esta familia como en *A. americana* (Pérez, 2011; Iannacone et al. 2013; Iannacone et al. 2011; Kadam et al. 2012; Almaraz-Abarca et al. 2013), *A. legrelliana* (Díaz & Ferrer, 1996) y *F. andina* (Iannacone et al. 2013).

Dichos resultados se reafirman con los informes de que *Furcraea selloa* K. Koch. presentó una alta actividad molusquicida sobre el caracol *Biomphalaria alexandrina* Ehrenberg, atribuido a que las saponinas esteroidales, forman complejos con el colesterol y disminuyen sus niveles en el plasma y así reducen la actividad colinesterásica o decrecen la frecuencia cardíaca, lo que puede causar la mortalidad del molusco (Osman et al. 2013).

Aunque es su gran mayoría los estudiosos de los agaves en el control de los moluscos plagas refieren a las saponinas esteroidales como las que muestran concentraciones bastante altas y ser las más investigadas, con una actividad molusquicida bien documentada (Debnath et al. 2010; Hammuel et al. 2011; Osman et al. 2011; Almaraz-Abarca et al. 2013). Aunque se ha demostrado que

las saponinas hecogeninas son las más abundantes en hojas maduras de *Agave* (Debnath et al. 2010).

De modo general se observó que en el transcurso de los tratamientos con los biopreparados de las plantas en estudio, los moluscos que no murieron estuvieron afectados en cuanto a su alimentación y locomoción, no detectándose esta deficiencia en los testigos, aspecto señalado por estudios realizados con *Biomphalaria havanensis* hospedero intermedio potencial de esquistosomiasis en Cuba. (Ferrer JR y Díaz, 1994).

También otros investigadores han informado diferentes niveles de efectividad de las especies de *Agavaceae* sobre los moluscos en dependencia de la forma de obtención de los bioproductos como se ha manifestado en los presentes resultados (Iannacone et al. 2013) por lo que esto tendrá que ser tenido en cuenta en un programa de manejo de *P. griseola*.

Los resultados obtenidos incrementan las posibilidades del jugo de *F. hexapetala* como bioproducto fitosanitario, el cual se ha recomendado para el control de áfidos y ácaros fitófagos (Castellanos et al. 2011), y larvas de lepidópteros (Sobrino et al. 2016).

Se pudieran incorporar como nuevas alternativas para moluscos a los extractos de las especies *A. americana* y *A. legrelliana*, no informadas en Cuba para el control de moluscos plagas hasta el momento. Además se amplía el uso de los extractos de estas especies de la familia *Agavaceae* no solo para moluscos acuáticos y/o transmisoras de enfermedades tanto al hombre como a los animales (Ferrer & Díaz, 1994; Iannacone et al. 2013) sino también para los moluscos terrestres que constituyen plagas en los organopónicos y otras áreas de cultivo (Castellanos et al. 2013)

Los extractos del género *Agave* pudieran resultar un buen sustituto para los molusquicidas metiocarb + metaldehído + metomilo y metaldehído, disponibles comercialmente en Cuba (Centro Nacional de Sanidad Vegetal, 2014), tal como se recomienda con el molusquicida niclosamida, que puede ser empleado en forma segura para el control de caracoles vectores-transmisores, a partir de los estudios del *Agave attenuata* Salm. (Ojewole, 2004; Rizwan et al. 2012).

A partir de los presentes resultados *F. hexapétala*, *A. brittoniana* pudieran emplearse en el manejo de *P. griseola*, ya que las dos especies en sus dos formas de obtención vías de aplicación alcanzan valores de eficacia por encima del 60% Para los extractos ricos en saponinas a los siete días y en un menor tiempo tres y cinco días con el jugo el cual logra resultados de hasta el 100g/L de mortalidad lo que disminuye el tiempo de control de la plaga que reporta Herrera 2013 para las especies *F. Hexapetala*, *A americana* y *Agave sp.*

Los productos naturales a base de plantas respetan el principio básico de la Agroecología de no perturbar los equilibrios naturales con intervenciones que afecten su estabilidad. Los plaguicidas botánicos se integran fácilmente a los programas de Manejo Ecológico de los sistemas de producción debido a la facilidad de su obtención, su bajo poder residual, la no generación de resistencia y su influencia limitada hacia la fauna benéfica, lo que permite disminuir la dependencia de los insumos importados (Alfonso et al. 2002).

Los presentes resultados permiten incorporar la especie *A. brittoniana* del género *Agave* perteneciente a la familia *Agavaceae* a las 3 especies de *Agavaceae* propuestas por Herrera, (2013), y a las 32 con efecto molusquicida informadas para la agricultura en Cuba por Alfonso et al. (2002) así como a las especies de *Agavaceae* reportadas con efecto molusquicida por otros autores a nivel internacional (Tabla7); lo que brinda nuevas alternativas que pueden implementarse de forma local por los agricultores en el manejo integrado de plagas de los moluscos en la provincia y el país.

**Tabla 7. Plantas de la familia *Agavaceae* con potencialidades molusquicidas. (Nodarse et al. Inédito)**

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Planta</b>	<b>Moluscos que controla</b>
Agavaceae	Agave	<i>Agave filifera</i> (Salm-Dyck) Baker	<i>Biomphalaria alexandrina</i> Ehrenberg, 1831 - (El-Eman et al. 1989)
Agavaceae	Agave	<i>Agave fourcroydes</i> Lem	<i>B. havanensis</i> -(Ferrer et al. 1993; Díaz & Ferrer, 1996).
Agavaceae	Agave	<i>Agave legrelliana</i> Jacobi	<i>B. havanensis</i> (L. Pfeiffer, 1839)- (Ferrer et al.1993; Díaz & Ferrer, 1996).
Agavaceae	Agave	<i>Agave beauleriana</i> Jacobi	<i>B. havanensis</i> -(Ferrer et al.1993; Díaz & Ferrer, 1996).
Agavaceae	Agave	<i>A. americana</i>	<i>Bulinus globosus</i> <i>H. cumingii</i> -(Pino, 2006). <i>P. griseola</i> - Nodarse et al. (Inédito) <i>H. cumingii</i>
Agavaceae	Agave	<i>Agave attenuate</i> Salm Dyck, 1834	<i>Bulinus africanus</i> (Krauss, 1848) - (Debnath et al. 2010).
Agavaceae	Agave	<i>Agave sisalana</i> Perrine	(Debnath et al. 2010) y (Hammuel et al. 2011)

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Planta</b>	<b>Moluscos que controla</b>
Agavaceae	Agave	<i>A. legrelliana</i>	<i>P. griseola</i> – <i>P. griseola</i> <i>Nodarse et al.</i> (Inedito)
Agavaceae	Agave	<i>brittoniana</i> (Jugo) <b>Extracto</b>	<i>P. griseola</i> – (Nodarse et al. 2016) Campo <b>“ in vitro” nuevo reporte</b> <i>S. octona</i> - (Nodarse et al. 2016) Campo
Agavaceae	<i>Furcraea</i>	<i>Furcraea selloa</i> K. Koch	<i>B. alexandrina</i> - (Osman et al. 2011).
Agavaceae	<i>Furcraea</i>	<i>Furcraea selloa</i> K. Koch	<i>Fossaria viatrix</i> <i>Physavenus tulagould</i>
Agavaceae	<i>Furcraea</i>	<i>F. Hexapetala</i> (Jugo) <b>extracto</b>	<i>P. griseola</i> - (Nodarse et al. 2016) Campo <b>“ in vitro” nuevo reporte</b> <i>S. octona</i> - (Nodarse et al. 2016) Campo

Además ambas especies estudiadas abaratan los costos y tiempo de obtención del producto a aplicar en el campo, siendo posible introducirlas como plantación propia de los organopónicos, lo que amplía el uso de las especies de la familia Agavaceae tal como propone Ortega , (2008) cuando informa que seis especies de dicha familia existente en la provincia de Cienfuegos, de las cuales las de mayor población son (*A. legreniana.* y *F. hexapetala*), por lo que estos resultados cumplen con lo planteado por el autor antes mencionado al referir la necesidad de buscar más posibilidades de alternativas que puedan asimilarse de forma local por los agricultores para estas especies botánicas.

Estos resultados sumados a su fácil acceso por disponer de ellas en el territorio pues los *Agaves* son especies utilizadas en la jardinería en Cienfuegos y en todo el territorio nacional, muestran la factibilidad de los *Agaves* estudiados para ser introducidos en el MIP de los moluscos.

## Conclusiones

- Los jugos y extracto rico en saponina de las dos especies de Agavaceae controlan a *P. griseola*.
- Los jugos de *F. hexapetala* y *A. brittoniana* tuvieron eficacias más alta por contacto que por ingestión.
- El jugo de ambas especies (*F. hexapetala* y *A. brittoniana*) es más eficaz que el extracto rico en saponinas.

## *Recomendaciones*

- Realizar los estudios de campo con la planta más eficaz.
- Estudiar que otros metabolitos secundarios participan en el efecto molusquicida de las dos especies de Agavaceae.

## Bibliografía

- Abdelgaleil S. Y Badawy M. (2006). Ascaricidal and molluscicidal potential of three essential oils isolated from Egyptian plants. *Journal of Pest Control Environmental Sciences: ADENUSI A*, 14, (3). 35-46.
- Agrawal P. K.; Jain D. C.; Gupta R. K.; Thakur R. S.,(1985). "Carbon-13 NMR spectroscopy of steroidal sapogenins and steroidal saponins." *Phytochemistry*, (24), 2479-2496.
- Aguilar, S., Ramírez, J. & Malagón, O. (2007).Extracción de fibras leñosas: Cabuya (*Furcraea andina* Trel.) y banano (*Musa paradisiaca* L.) para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel. *Revista Iberoamericana de polímeros*, ( 8),.89-98.
- Alfonso M., Avilés R., González N., Cruz X., Villasana R., Rodríguez V., Álvarez M., Lorenzo I., & Rodríguez I. (2002).Los plaguicidas botánicos y su importancia en la Agricultura Orgánica. *Agricultura Orgánica: ACTAF*, 8 (2), 26-30.
- Almaraz-Abarca N., Delgado-Alvarado E. A., Ávila-Reyes J. A., Uribe-Soto J. N., González-Valdez, L. S. (2013). The phenols of the genus *Agave* (*Agavaceae*) Impact of some plant extracts. *Journal of Biomaterials and Nanobio technology*, (4), 9-16.
- Altieri, M. A. y Nicholls C. I. (2007). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. *Perspectivas agroecológicas 2*. Barcelona, España: Icaria.
- Altieri, M.A. (1994). Bases ecológicas para una producción agraria sostenible. *Agrotécnica Técnica. Chile*, 54 (4), 371-386.
- Álvarez De Zayas, A. (1996). El género *Furcraea* (*Agavaceae*) en Cuba. *Anales del Instituto de Biología: UNAM*, 67(18), 16-24.
- Andrews, K.L. y Huevo A.(1983). Relación entre densidad poblacional de la babosa *Sarasinula* (=Vaginulus) plebeius y el daño en frijol común, *Phaseolus vulgaris*. *Turrialba* 33 (2): 165-168.

- Brechelt, A. (2004). Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. *Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina: RAP-AL*.
- Casanova, A., Gómez, O., Hernández, M., Chailloux, M., Depestre, T., Pupo, F., Hernández, J., Moreno, V., León, M., Igarza, A., Duarte, C., Jiménez, I., Santos, R., Navarro, A.; Marrero, A., Cardoza, H., Piñeiro, F., Arozarena, N. y Villarino, L.. (2007). Manual para la producción protegida de hortalizas. *Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"*. La Habana, Cuba.
- Castellano L, N. Herrera. (2013). Informe sobre la incidencia de moluscos plaga en organopónicos del municipio de Cienfuegos, Cuba. *Centro Agrícola*, 40 (1): 89-90.
- Castellanos L. G., Fernández A. V., Ortega I. M., Soto R. y Martín C. (2011). Efectividad del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre *Polyphagota sonemuslatus* Banks en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Vegetal*, 26 (2), 1-3.
- Castellanos, L., Rivero, T., Pérez, A., Reselló, B., Jiménez, R., Dueñas, M., Rodríguez, A. & Acea R. (1998). Manual para el establecimiento de los Manejos Integrados de Plagas en la Provincia de Cienfuegos. *III Encuentro Provincial de Gestión Tecnológica*. Cienfuegos.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (2011). Manual del Inspector de Protección de Plantas. La Habana, Cuba: CNSV.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (2014). Listado de Plaguicidas Autorizados. La Habana: CNSV.
- Ciba -Geygi. (1981). *Manual de ensayo de campo*. 2da edición Suiza: Basilea.
- Companioni, N., Rodríguez Nodal A., Carrión M., Alonso R., Yanet Ojeda, y. Peña E. (1997). La Agricultura Urbana en Cuba. Su participación en la seguridad alimentaria. *III Encuentro Nacional de Agricultura orgánica*, Villa Clara.
- Crovetto, C. (1992). *Rastrojos sobre el suelo: Una introducción a la cero labranza*. Santiago, Chile, Chile: Universitaria.

- Cuellar, I., León M., Gómez A., Piñón D., Villegas R. y Santana, I. (2003). *Caña de azúcar paradigma de sostenibilidad*. La Habana, Cuba: INICA.
- Debnath, M. (2010). Biotechnological intervention of *Agave sisalana*: A unique fiber yielding plant with medicinal property. *Journal of Medicinal Plants Research*, (4), 177-187.
- Díaz R. & Ferrer J. (1996). Efecto de las dosis letales de plantas de la familia *Agavaceae* sobre la actividad cardiaca y la oviposición de *Biomphalaria havanensis* (Mollusca: Planorbidae). *Revista Cubana de Medicina Tropical*; (48) 21-24.
- El-Eman, M. A., Shoeb, H. A., Mohamed, A. M. & Saad, A. M. (1989) *Agave filifera* (Family Agavaceae) as a molluscicidal agent. Abstract 10th International Malacological Congress, Tubingen.
- Espinosa, J. & J. Ortega (1999). Moluscos Terrestres del Archipiélago Cubano. Avisennia. *Revista de Ecología y Oceanología y Biodiversidad Tropical*, 4 (2), Suplemento 2.
- Fernández J, Rojas J. (2014). *Estudios molusquicidas en sustancias naturales derivadas de plantas*. Fitoquímica. España: Academia..
- Fimia-Duarte R., Iannacone J., Argota-Pérez G., Cruz-Camacho L., Diéguez- Fernández L., López-Gómez J. E. y Alvarez-Valdés R. (2014). Epidemiologic and zoonotic risk of the malacofauna in Capitán Roberto Fleites health area, Cuba. *Neotropical Helminthology*; 8 (2), 313-323.
- Fuentes LE, Niño N, Bojacá C., (2012). Manual para el cultivo de hortalizas. Lechuga (*Lactuca sativa* L.). Bogotá, Prodmedios.
- Girón, L.; Martínez J., Amador D. & Calcares A. (2000). *Plantas plaguicidas. Fundamentos de Agrotecnología de Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas*. Colombia.
- González, R., Pozo, J. y Herrería, M. (2006). *Instituto de investigaciones Fundamentales en agricultura Tropical* (). La Habana, Cuba: INIFAT

- Guerra, J. O. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomona vaginalis*. *Rev. Biol. Trop.* 56 (4), 1645-1652.
- Hammond, R, Smith J., & BeckT.. (1996). Timing of molluscicide applications for reliable control in non-tillage field crops. Entomological Society of America 4.
- Hammond, R., Smith J., y Beck, T. (1996). Timing of molluscicide applications for reliable control in non-tillage field crops. Entomological Society of America 4. America.
- Hammuel, C. (2011). *Phytochemical and antimicrobial screening of methanol and aqueous extracts of Agave sisilana*. *Acta Poloniae Pharmaceutica –Drug Research*, 68, 535-539.
- Herrera N., y Castellanos L. (2013). *Informe sobre la incidencia de moluscos plaga en organopónicos del municipio de Cienfuegos*. Centro Agrícola.
- Herrera, N. y Castellanos, L. (2011). Nuevo informe sobre la incidencia de moluscos plaga en los cultivos semiprotegidos del municipio de Cienfuegos. Centro Agrícola 2.
- Kadam P. V., Yadav K. N., Deoda R. S., Narappanawar N. S., Shivatare R. S., Patil, M. J. (2012). Pharmacognostic and phytochemical studies on roots of *Agave americana*. *International Journal of Pharmacognosyand Phytochemical Research*, 4, 92-96.
- Kulmans, E. y Vásquez, D. (2002). Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación, Managua, Nicaragua: SIMAS-CICUTEC.
- Iannacone, J. y Lamas, G. (2003). Efecto toxicológico de extractos de molle (*chinus molle*) y lantana (*Lantana cámara*) sobre *Chryperla externa* (Neuropbera: Chrysopidae), *Trichogrammapinto*; (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Capidosomakoehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el Perú. *Agric. Téc. Chile* 63: 347 – 350.
- Macías: F. A., Guerra, J. O., Simone, A. M. y Nogueira, C. (2007). Characterization of the fraction components Using 1D TOCSY and 1D

- ROESY experiments. Four Newspirostanesaponins from *Agave brittoniana* Trel. Spp. *Brachypus*. *Magn. Reson. Chem.* 45, 615–620.
- Matamoros M. (2011). *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana*. La Habana.
- Matamoros M. (2014). Malacofauna en agroecosistemas representativos de las provincias occidentales de Cuba. *Fitosanidad*. 18 (1), 23- 27.
- Moreiras y col., (2013) La LECHUGA. Composición de Alimentos. Recuperado de: <http://www.huertoencasa.mx>
- Nicholls, C. I. (2008) .Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. México: Universidad de Antioquia.
- Ojewole, J. A. (2004). *Indigenous plants and schistosomiasis control in South Africa. Molluscicidal activity of some Zulu medicinal plants*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 3, 8-22
- Olano, S. P. (1999). *Acción Molusquicida de Furcraea andina Trel. (Agavaceae) sobre Fossaria viatrix (Orbigny, 1835) y sus componentes fitoquímicos*. Tesis para optar el título profesional de Biólogo, Mención en Microbiología y Parasitología, Universidad Nacional Mayor, San Marcos.
- Ondina T. E. y col., (2002) La orientación nutricional como elemento fundamental en la prevención y tratamiento de enfermedades. Recuperado de: [http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol18\\_5\\_02/mgi1452002.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol18_5_02/mgi1452002.htm)
- Ortega, I. (2008). *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.
- Osman, G.Y., Mohamed, A. M., Kader A. A., Mohamed A. A. (2011). Biological studies on *Biomphalaria alexandrina* snails treated with *Furcraea selloa marginata* plant (Family: Agavaceae) and *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Dipel-2x). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1, 47-55.

- Pérez A. J. (2011). *Estudio fitoquímico de especies nativas de Cuba pertenecientes a la familia Agavaceae y evaluación de sus actividades biológicas*. (Tesis para obtener el Grado a Dr. en Ciencias Químicas). Universidad de Cádiz, Puerto Real. Universidad Central "Marta Abreu." Las Villas.
- Pérez, (2004). *Manejo ecológico de plagas*. La Habana, Cuba.
- Pérez, N., Fernández, E. y Vásquez, L. (1995). Concepción del control de plagas y enfermedades en la agricultura orgánica. Segundo Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba.
- Pérez, R. (2002). *El árbol del Nim*. Asesora del grupo Estatal de Alimentos. La Habana: Minaz.
- Pino, G. I. (2006). Estado actual de las suculentas en el Perú. *Zonas Áridas*, 10, 155-173.
- Rizwan, K., Zubair, M., Rasool., N., Riaz, M., Zia-Ul -Haq, M. y Feo, V. Phytochemical and biological studies of *Agave attenuata*. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 6440- 6451.
- Sharma, O. P. (1989). *Steroid sapogenins of Agave wightii Dr. and Prain: a systematic study in vivo and "in vitro"*. *Phitol Research*, 2, 151-154.
- Shoeb, H. A. & El-Sayed, M. M. (1985). The molluscicidal properties of Agavaceae *Agave filifera* and *Agave lophantha* (Egypt). *Egyptian Journal of Veterinary Science*, 229, 73-80.
- Shoeb, H. A., Hassan, A. A., El-Sayed, M. M. & Refahy, L. (1984). The molluscicidal properties of *Agave decepiens* and *Agave americana* var. *marginata*. *Journal of Egypt Society of Parasitology*, 149, 265-73.
- Silva, T. M., Cámara, C. A., Agra, M. F., Carvalho, G., Frana, M. T., Brandoline, V. P., Paschoal, S. L. & Braz-Filho, R. (2006). Molluscicidal activity of *Solanum* species of the Northeast of Brazil on *Biomphalaria glabrata*. *Fitoterapia*, 77, 449-452.
- Sobrinho J., Fernández A., Ortega I. y Castellanos L. (2016). Insecticide effect of the extract of *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban on *Plutella ylostella* L. *Centro Agrícola*; 43 (1), 85-90.

- Supian, Z. y Lkhwanuddin, M., (2002). Population dynamics of freshwater molluscs (Gastropod: *Melanoides tuberculata*) in Crocker Range Park Sabah. *Asean Review of Biodiversity and Environmental Conservation Arbec*, 1, 1-9.
- Thome, J. (1993). Estado actual da dos *Veronicellidae* (Mollusca: *gastropoda*) Americanos comentarios sobre su importancia económica, ambiental *enasaude. Biociencias*. 1
- Thomé,J., Santos,V., & Jeske. (2001). Nuevos registros de Veronicellidae (gastropoda, Mollusca) para Itabuna, Bahía, Brasil e suaocorrência no contenido estomacal de serpentes do género *Dipsas Laurenti* (Colubridae). *Zool.*, 1 (18), 301-303.
- Vázquez L., Matienzo Y., Veitía M., Alfonso J. (2008). *Conservación y Manejo de enemigos naturales De insectos fitófagos en los sistemas Agrícolas de Cuba* .La Habana, Cuba: CIDISAV,.
- Vázquez, L. (2003). *Agroecología y agricultura sostenible y orgánica. Manejo agroecológico de Plagas. Integración del Control Biológico. Cuba. Curso Internacional producción y uso de bioplaguicidas en diferentes Agroecosistemas*. La Habana, Cuba: INISAV.
- Vázquez, L. (2004). *Manejo Agroecológico de la Finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias*. Cuba: ED ACTEF.
- Vázquez, L. (2005). *Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Urbana*. La Habana, Cuba: CIDISAV.
- Vázquez, L. y Fernández E. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos*. La Habana, Cuba: INISAV.
- Waterhouse, D. F. y Norris K. R., (1987), *Biological control, pacific prospects*.

## *Anexos*

Anexo 1: Preparación de las diluciones.



Corredera (16-03-2016)

Anexo 2: Lavado de las magentas.



Corredera (16-03-2016)

Anexo 3: Secado de las magentas.



Corredera (16-03-2016)

Anexo 4: Aplicación del producto en las magentas (Experimento por contacto).



Corredera (16-03-2016)

Anexo 5: Aplicación del producto al alimento(Experimento por ingestión).



Corredera (16-03-2016)

Anexo 6: Montaje del experimento.



Corredera (16-03-2016)