



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS AGRARIAS

Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo.

Título: Eficacia del jugo de tres especies de la familia Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.



Autor(a): Leobel Mejías González

Tutor(a): MSc. Maité Nodarse Castillo.

MSc. Wendy Gómez Menéndez.

Curso 2019-2020



*“La agricultura es la única fuente constante, cierta
y enteramente pura de riquezas”*

José Julián Martí Pérez

Dedicatoria

A mi madre, que siempre ha estado ahí para mí desde que me dio a luz, siempre me ha apoyado y sin su cariño, su apoyo incondicional, esfuerzo y dedicación a lo largo de todos estos años no hubiera encontrado el camino a seguir.

A mi Tío que me crio, que hoy en día no se encuentra físicamente con nosotros, pero desde niño me inculco el respeto y el camino hacia los estudios y me hizo prometerle que tenía que coger una carrera universitaria y graduarme.

A ellos dos va dedicada esta tesis de grado porque son mi mayor orgullo, y la persona que hoy soy es gracias a todo su esfuerzo y amor infinito.

Agradecimientos

A mi mamá por todo el esfuerzo que ha realizado todos estos años para que yo estudiara.

A mi hermana Yaima y a mis dos sobrinas bellas que me ayudaron mucho en mi etapa universitaria.

A todos los profesores de mi facultad que de una forma u otra tuvieron que ver con mi preparación como ingeniero agrónomo.

A mi tutora Maite que desde el primer momento que hable con ella me cogió como si fuera un niño y me ha dedicado todo su tiempo, paciencia y comprensión en todo momento.

A mi otra tutora Wendy que también me ha ayudado bastante en este largo camino de la tesis.

A todos mis compañeros de aula, que siempre nos estábamos ayudando unos a los otros.

Un agradecimiento en especial a cuatro muchachitas de mi aula que ellas siempre desde que pasó el primer semestre de clase de primer año estuvieron ahí para mí, que son Diana L, Yaniela, Arianna y Anabel.

A todos los amigos que hice en la universidad en especial a Reinier que desde que entre se acercó a mí y me brindo toda su ayuda y apoyo incondicional.

Resumen

Los moluscos se encuentran entre las principales plagas que afectan la producción de hortalizas a nivel mundial. El objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia de los jugos obtenidos de tres especies de la familia Agavaceae en el control de *Subulina octona* (Bruguiere). Se evaluó el efecto molusquicida y la repelencia ocasionada por el jugo de *Furcraea antillana*, *Agave brittoniana* y *Agave fourcroydes* en laboratorio en concentraciones de 5,10, 20, 30, 40 y 50 ppm contra *S. octona*. Para ello se midió mortalidad y afectaciones a la movilidad e hidratación transcurridas 1, 18, 22, 24, 36 y 48 horas. Desde las 18 horas se detectó individuos muertos y afectaciones a la movilidad e hidratación. Las saponinas son las principales responsables del efecto molusquicida de las especies *A. fourcroydes*, *F. antillana* y *A. brittoniana*. En las tres especies estudiadas se evidenció efecto molusquicida y repelente contra el molusco *S. octona* con la concentración mínima. Las especies *F. antillana* y *A. fourcroydes* constituyen buenos candidatos para su aplicación en campo.

Palabras clave: protección de plantas, cultivo urbano, extracto vegetal, molusquicida

Abstract

The molluscs are found between the main plagues they affect the production of vegetables at worldwide level. The objective of this investigation was to decide the efficacy of the juices obtained from three species of the Agavaceae family in the control of *Subulina octona* (Bruguiere). Evaluated the molluscicide effect and the dangerous repellencia for the juice of *Furcraea antillana*, *Agave brittoniana* and *Agave fourcroydes* were evaluated in the laboratory in concentrations of 5, 10, 20, 30, 40 and 50 ppm against *S. octona*. To do this, mortality and effects on mobility and hydration were measured after 1, 18, 22, 24, 36 and 48 hours. From 18 hours on, dead individuals and impairments of mobility and hydration were detected. Saponins are mainly responsible for the molluscicidal effect of the species *A. fourcroydes*, *F. antillana* and *A. brittoniana*. In the three species studied, a control and repellent effect was shown against the *S. octona* mollusk with the minimum concentration. The species *F. antillana* and *A. fourcroydes* are good candidates for field application.

Key words: plant protection, urban cultivation, plant extract, molluscicide

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Revisión Bibliográfica.....	6
1.1. Importancia del cultivo de hortaliza	6
1.2 La Agricultura Urbana en Cuba.....	7
1.3 Los moluscos como plaga. Características.....	8
1.4 Manejo Integrado de Plagas (MIP).....	10
1.5 El género agave en el control de moluscos plagas	11
1.6 Saponinas esteroidales	12
Capítulo II: Materiales y métodos	16
2.1. Identificación de la presencia de saponinas en el jugo de especies de la familia Agavaceae.....	16
Obtención del jugo de especies de la familia Agavaceae	16
2.1.1. Ensayo de espuma	16
2.1.2. Determinación de la concentración de solidos totales	16
2.2. Determinación del efecto molusquicida del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de <i>S. octona</i> en laboratorio.....	17
Obtención de los moluscos.....	17
2.2.1. Determinación del efecto molusquicida del jugo de las tres especies de Agavaceae en el control de <i>S. octona</i> en laboratorio.	17
2.2.2. Comprobación del efecto molusquicida del extracto rico en saponina a partir del jugo hidrolizado de las tres especies de Agavaceae en el control de <i>S. octona</i> en laboratorio.....	17
2.3. Determinación del efecto repelente del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de <i>S. octona</i> en laboratorio.....	18
2.4. Análisis estadístico.....	18

Capítulo III: Resultados y Discusión.....	19
3.1 Identificación de la presencia de saponinas en el jugo de especies de la familia Agavaceae.....	19
3.1.1. Ensayo de espuma	19
3.1.2. Determinación de la concentración de solidos totales	19
3.2 Determinación del efecto molusquicida del jugo de tres especies de Agavaceae sobre <i>S. octona</i> en laboratorio	20
3.2.2. Comprobación del efecto molusquicida del extracto rico en saponina a partir del jugo hidrolizado de las tres especies de Agavaceae en el control de <i>S. octona</i> en laboratorio.....	23
3.3 Determinar el efecto repelente del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de <i>S. octona</i> en laboratorio	26
Conclusiones.....	28
Recomendaciones.....	29
Referencias Bibliográficas	

Introducción

La Agricultura Urbana existe en el mundo desde tiempos remotos, aunque su etapa cumbre es durante el siglo 20, cuando el gran crecimiento de las poblaciones urbanas obliga al hombre a impulsar su desarrollo. Entre las décadas de los 60 y los 80 del siglo XX se fomentan en la Isla los huertos escolares, como método de enseñanza que vincula el estudio con el trabajo. Con el período especial es que se promueve la obtención de vegetales mediante el sistema de organopónicos. A partir de los años 90 a este propósito se suman 17 instituciones científicas cubanas y 7 ministerios del estado. Se añaden nuevas modalidades productivas al movimiento en parcelas, patios y huertos (González, 2000).

En Cuba el cultivo en organopónicos ha crecido ostensiblemente en los últimos 10 años, reportándose en diciembre de 2015 la cantidad de 244126 t de especies hortícolas, entre ellas, las hortalizas de hojas que representan el 37 %, del total de la producción y cuya demanda, es cada vez más frecuente por parte de la población cubana. Paralelo a ello, los efectos nocivos causados por plagas, también se han incrementado, resaltándose los provocados por babosas como *Succinea sagraa* y los caracoles en particular, *Praticolella griseola* (Pfeiffer), que por ser una especie polífaga, causa severos daños en una amplia gama de plantas hortícolas, entre ellas, la lechuga, la versa y la acelga (Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical, 2016) así como frutas de verduras y plantas ornamental (Ibrahim, M. M. A et al., 2017).

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, 2000).

Estos vegetales son recomendados por el alto contenido de fibra dietética necesaria para el funcionamiento gastrointestinal, 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).

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). El mismo autor plantea para la provincia Cienfuegos también se introduce en los organopónico la tecnología de cultivos semiprotegido para las hortalizas de hojas fundamentalmente.

Dicha tecnología ha traído consigo altas incidencias en el aumento de plagas destacándose los moluscos. (Herrera y Castellanos, 2011). 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).

Numerosos cultivos son atacados por varias especies de moluscos plagas en países de todo el planeta (Reyna et al., 2018). Para Europa occidental, Asia, Australia, Nueva Zelanda, Norte y Sur de América se reporta a *Deroceras reticulatum* (Klein et al., 2020) Mientras que para América se reportan especies como: *Rumina decollata* y *Cornu aspersum* en Argentina y América del Norte (Reyna et al., 2018); *Helix aspersa* en el cultivo del arroz en Ecuador (Iglesias & Castro, 2018) y en el cultivo de manzano en México (Ruiz-Galván et al., 2018); *Leidyula floridana* (Leidy, 1851) en Zanahoria albahaca, zanahoria, guisante, maíz dulce y lechuga de romania entre otros cultivos y plantas ornamentales en Florida, América del Norte (Capinera & Rodrigues, 2015). y *Subulina octona* (Bruguière, 1789) en Brasil (do Nascimento et al., 2018), también reportada para Cuba junto a *P. griseola* en la última década.

Autores como Vázquez y Fernández (2007), Matamoros (2014) reportan a *P. griseola* y *S. octona* Bruguiere; *P. griseola*, *Bradybaena similares* (Ferrusác) y *S. octona* para la región occidental de Cuba en organopónicos de Ciudad Habana y

más recientemente a *R. decollata* en el Organopónico Vivero Alamar especie está que solo se distribuye en el occidente del país (Matamoros, 2017).

En el municipio Cienfuegos Castellano et al., (2013) detectó tres especies en dos organopónicos semiprotegidos *P. griseola*, *S. octona* y *L. floridana*, donde *P. griseola* fue la especie que afectó un mayor número de hortalizas con nueve hospedante, donde coinciden los cultivos de *Lactuca sativa* L., *Daucus carota*, *Brassica rapa* L. *Cucumis sativus* L. y *Fragaria vesca* L., en ambas unidades.

Nodarse et al., (2019) refiere la presencia en organopónicos de cuatro municipios Cienfuegueros: Aguada, Cruces, Cumanayagua y Cienfuegos, las reportadas por Castellano et al., (2013) además reporta la especie *Zachrysis auricoma* (Férussa), que incidieron durante la investigación sobre los cultivos *Allium schoenoprasum* L. (Ajo Puerro), *Phaseolus coccineus* (Habichuela), *Cucumis sativus* L. (Pepino), *L. sativa* L. (lechuga), *Abelmos chusesculentus* L. (Quimbombó), *Beta vulgaris* var. Cicla (Acelga), *Brassica rapa* L. ssp. (Col China), *Fragaria vesca* L. (fresa), *Lepidium sativum* (berro), *D. carota* L. (zanahoria) y *Solanum lycopersicum* (Tomate).

También la especie *P. griseola* ha sido informada como plaga en el cultivo *Phaseolus vulgaris* L. en la provincia de Sancti Spiritus Castellanos et al. , (2011), Fimia-Duarte et al., (2014) la reportan para Villa Clara junto con *S. octona*, siendo las especies más representativas en el ecosistema estudiados por ellos tanto naturales como en los organopónicos.

Para su control se utilizan diferentes molusquicidas sintéticos, cuyos principios activos son el fosfato de hierro; sodio férrico y metaldehído; entre otros; (Capinera & Rodrigues, 2015); (Klein et al., 2020). Los que tienen como inconveniente los costos derivados de la cantidad de aplicaciones que se deben realizar para lograr reducir las poblaciones de la plaga que ocasionan a los cultivos (Anderson et al., 2013). Así como su toxicidad para otras especies que no son objetivo del tratamiento debido a su baja selectividad. Lo que ha potenciado la búsqueda de nuevos molusquicidas, amigables con el medioambiente, convirtiendo así a los fitoplaguicidas en buenos candidatos.

Para el control de moluscos plagas el Programa Nacional de Agricultura Urbana en los Organopónicos, solo cuenta oficialmente con la aplicación de Hidrato de Cal como barrera y la aplicación de bioplaguicidas recomendados por el INIFAT (2016), entre los que se encuentra: (*Azadirachta indica*. AJuss, OleoNim CE-80, Piñón de botija (*Jatropha curcas* L.) y el Solasol, fitoplaguicidas obtenido a partir de frutos, semillas u hojas de plantas. Las cuales no incluyen ningún Agave.

La familia Agavaceae se distribuye a través de la región tropical y subtropical del planeta (Sidana et al., 2016), de los metabolitos secundarios producidos en las diferentes especies que la componen los más estudiados han sido las saponinas (Santos-Zea et al., 2012); (Sidana et al., 2016) y (Puente-Garza et al., 2017). A los que se atribuye efecto molusquicida (do Nascimento et al., 2018); (Júnior et al., 2018); (Abdullah et al., 2017); (Dib et al., 2016). Entre ellas han sido estudiadas varias especies: *A. salmiana* (Leal-Díaz et al., 2015) y *Furcraea foetida* (L.) (do Nascimento et al., 2018) no siendo así para *F. antillana*.

Teniendo en cuenta lo antes referido sobre los moluscos plagas, su sensibilidad a los extractos vegetales de especies de las Agavaceae, así como la necesidad de lograr un manejo correcto de estos a nivel de laboratorio se planteó el siguiente problema científico.

Problema científico

¿Cuál será el efecto molusquicida de los tres jugos de Agavaceae para el control de *S. octona* en laboratorio?

Hipótesis científica

El jugo de especies de la familia Agavaceae, pudiera ser empleado para el control de *S. octona* en laboratorio, debido a la presencia de saponinas en compuestos con actividad molusquicida.

Objetivo General

Evaluar la eficacia del jugo de tres especies de la familia Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.

Objetivos Específicos

1. Identificar la presencia de saponinas en el jugo de especies de la familia Agavaceae.
2. Determinar el efecto molusquicida del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.
3. Determinar el efecto repelente del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.

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 (β -caroteno) y C; minerales. (Moreira y Col et al., 2013).

Los vegetales son recomendados por el alto contenido de fibra dietética necesaria para el funcionamiento gastrointestinal, 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).

Las hortalizas son plantas herbáceas, de ciclo anual o bianual (perenne), de prácticas agronómicas intensivas, cuyos productos son usados en la alimentación humana al estado natural o procesados y presentan un alto contenido de agua (superior al 70%), un bajo contenido energético (inferior de 100 cal/100g) y una corta vida útil en post-cosecha (variable desde unos pocos días a un año como máximo). Las hortalizas son plantas cultivadas desde tiempos remotos, han alimentado a diversas culturas y su importancia radica en la facilidad de producción y al aporte alimenticio que proporcionan (Rahim et al., 2010).

Las hortalizas 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, 2006).

1.2 La Agricultura Urbana en Cuba

La Agricultura Urbana existe en el mundo desde tiempos inmemoriales, aunque su etapa cumbre fue durante el siglo 20, cuando el gran crecimiento poblacional en la urbes impulsa a al hombre a su desarrollo. Entre las décadas de los 60 y los 80 del siglo pasado se fomentan en la Isla los huertos escolares, como método de enseñanza que vincula el estudio con el trabajo. Con el período especial es que se promueve la obtención de vegetales mediante el sistema de organopónicos. A partir de los años 90 a este propósito se suman 17 instituciones científicas cubanas y 7 ministerios del estado. Se añaden nuevas modalidades productivas al movimiento en parcelas, patios y huertos (González, 2000).

Este movimiento comenzó con la producción de hortalizas y año tras año se han ido sumando diferentes subprogramas, los que en la actualidad hacen un total de 19. La producción de hortalizas en sus distintas modalidades productivas (organopónicos, huertos intensivos, semiprotegidos, parcelas tecnificadas, fincas suburbanas y patios) presentan un potencial productivo en aproximadamente un millón de toneladas (GPASF, 2019).

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).

Herrera (2013) también plantea que en la provincia de Cienfuegos también se introduce en los organopónico la tecnología de cultivos semiprotegido para las hortalizas de hojas fundamentalmente, existiendo en el municipio de Cienfuegos 17 organopónico 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.

1.3 Los moluscos como plaga. Características.

Según Fuentes (2006) los moluscos son animales de cuerpo blando (del latín Mollus: blando) que tienen como características exclusivas: un pie musculoso en la parte ventral que le permite reptar, minar o cavar; un manto en la parte dorsal el cual es un repliegue de la pared del cuerpo que puede segregar conchas, placas o espículas calcáreas, y una estructura membranosa en forma de lengua o dedo con hileras de dientes transversales utilizados para raspar el alimento conocido como rádula.

Espinosa y Ortega (1999) refieren que los hábitos de vida, de los moluscos terrestres se pueden clasificar en tres grandes grupos: terrícolas, petrícolas y arborícolas. Las especies terrícolas son aquellas que viven preferentemente sobre la tierra, entre la hojarasca del suelo, donde se alimentan de la vegetación y de la materia orgánica en descomposición. Sustratos para “hibernar o estivar” durante la temporada seca, ya que el epifragma resulta más eficaz cuando se pega a un sustrato duro. Otras especies arborícolas y petrícolas descienden hasta el suelo para depositar sus huevos en la época de reproducción, con lo que resulta evidente que la tierra, la piedra y la vegetación pueden formar parte del ciclo vital de muchas especies que se adaptan a la ocupación temporal del espacio según las necesidades vitales de su ciclo biológico.

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). La actividad de estos animales comienza al atardecer y gradualmente se incrementa hasta alcanzar un pico a las 4-6 horas después de oscurecer. En condiciones severas de sequía, cuando la humedad del suelo en los primeros 5cm del perfil baja hasta 6%, se entierran profundamente en el suelo, hasta que las condiciones de humedad sean favorables (Fuentes, 2006).

Las babosas terrestres tienen todo el cuerpo abundantemente recubierto por mucus o baba, de lo que deriva su nombre común. Esta mucosidad las protege de

la desecación y, debido a su composición bioquímica, les sirve de defensa contra bacterias, virus, hongos y posibles depredadores. Otras formas de evitar la desecación es la de vivir en los lugares más húmedos del monte, o en los jardines y canteros que son periódicamente regados, y desarrollar hábitos de vida esencialmente nocturnos o muy de mañana, cuando la humedad relativa del ambiente, provocada por el rocío del amanecer, es todavía elevada. Durante las horas más calientes y secas del día suelen estar protegidas del sol debajo de las piedras, las macetas o bien enterradas entre la hojarasca (Espinosa y Ortega, 1999)

Espinosa y Ortega, (1999), refieren que se reproducen por huevos que depositan en el medio donde viven, bajo piedras, entre la hojarasca y en la vegetación. Su actividad ocurre generalmente en días nublados y por las noches, dejando clara evidencia de su daño por las raspaduras y orificios en las plantas, causado por su aparato bucal llamado rádula.

Los moluscos constituyen el grupo más numeroso de invertebrados, después de los artrópodos, y muchas especies utilizan las plantas como recurso trófico. Su presencia en los agroecosistemas no solo perjudica a los cultivos por sus hábitos alimentarios, sino también a los humanos que se alimentan de las hortalizas y vegetales donde pueden hallarse algunos de estos moluscos que son hospederos intermediarios de parásitos intestinales, como los trematodos de los géneros *Schistosoma* Weinland y *Fasciola* Linneaus, y de nematodos *Angiostrongylus* Kaminsky (Sidana et al., 2016). En Cuba son escasos los estudios malacológicos aplicados a la agricultura a pesar de que en la actualidad estos organismos están calificados como plagas de las hortalizas de hoja en la agricultura urbana.

Los caracoles y babosas terrestres se encuentran en casi todas partes, pero en general prefieren ambientes que ofrezcan refugio, humedad adecuada y gran abundancia de alimento (Matamoros, 2014)

En los organopónicos, viveros, huertos intensivos y semiprotectidos es común la incidencia del caracol negro *R. decollata*, el vagabundo *P. griseola* y babosas de la

familia Veronicellidae y Agriolimacidae; muy asociados a los cultivos de las hortalizas y a las posturas en vivero. A continuación, aparece el resultado de prospecciones realizadas a estos sistemas de producción y las especies que más frecuentes (Matamoros, 2011).

Según Matamoros (2014) los daños característicos son orificios irregulares que comienzan en forma de ventana, producidos por la acción de la lengua rasposa (rádula), muy parecido al que producen los lepidópteros. Las hojas que seleccionan, habitualmente, se encuentran más pegadas al suelo; el momento más oportuno de consumo del material vegetal es después del trasplante.

Herrera et al., (2013) refieren también forma que los moluscos que estuvieron presentes en los cultivos de hortalizas bajo la tecnología de cultivos protegidos de los organopónicos pertenecían a las especies *P. griseola*, *S. octona* y *L. 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 determina el umbral de intervención, ni el económico y aunque si relaciona la incidencia de estas plagas con la temperatura y la lluvia no llega a caracterizar la dinámica poblacional de los moluscos en los organopónicos

Por otra parte, son escasas las alternativas de control de moluscos en Cuba, recomendándose productos químicos como metiocarb+metaldehído+metomilo (Caracolex 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 güiritoespinoso (*Solanum globiferum* Dunal) como molusquicida (Alfonso et al., 2002).

1.4 Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El crecimiento de la población mundial, 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).

El Manejo Integrado de Plagas, es una herramienta importante en el manejo de los cultivos, ya que propone alternativas de control que no se limitan únicamente al uso de pesticidas, sino también, tomar ventaja de los recursos existentes en el campo, tales como, organismos benéficos, plantas florales, biología de la plaga, rotación de cultivos, labores culturales apropiadas y otros más que permiten manejar con perspectiva ambiental los problemas encontrados (Douglas et al., 2010).

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).

Para evitar el uso de plaguicidas químicos lo primero es establecer prácticas de manejo de plagas y en caso de que éstas 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). 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.

1.5 El género agave en el control de moluscos plagas

Las plantas pertenecientes al género *Agave* poseen hojas de aspecto carnosos, con un margen comúnmente armado de espinas fuertes, de color castaño oscuro, que se disponen como rosetas rígidas con forma de espiral, en un número que

oscila de 50 a 150. Después de varios años de crecimiento, en los agaves se produce una inflorescencia que llega a alcanzar una altura que sobrepasa los 6 metros y agota la planta que muere poco después. Las flores son en forma de espiga o panoja de escapo largo, perianto de seis partes más o menos embudado, seis estambres comúnmente muy exsertos, ovario 3-locular, estigma 3-lobulados, con semillas muy numerosas, negras y aplanadas (Rizwan et al., 2012).

Ortega (2008) informan que seis especies de la familia agaváceas existente en la provincia de Cienfuegos, de estas se encuentran tres con mayor población *A. brittoniana*, *A. legreniana*. y *F. hexapetala*, lo cual indica la necesidad de buscar más posibilidades de alternativas que puedan asimilarse de forma local por los agricultores, ya que no se ha estudiado la acción biológica, siendo estas plantas ricas en saponinas esteroidales compuestos que se caracterizan por su amplia gama de actividades biológicas (Guerra et al, 2008). Así como su factibilidad para el MIP dada sus propiedades y su fácil acceso por disponer de ella en el territorio.

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).

En Cuba la actividad molusquicida en agaves ha sido descrita en *A. furcroydes* (Díaz y Ferrer, 1996); *Agave legrelliana* Jacobi (Díaz y Ferrer, 1996; Nodarse et al., 2017), *Agave americana* y *Fourcraea hexapétala* Jac Urban (Nodarse et al., 2017), *A. brittoniana* (Guerra, 2008; Pérez, 2011) no siendo así para *F. antillana*.

1.6 Saponinas esteroidales

Entre los principales metabolitos secundarios aislados de la familia Agavaceae, encontramos que las saponinas esteroidales son los más frecuentes (Arias Suárez, 2015, Guerra de León, 2005, Lic. Pérez de Armas, 2011, Calle, 2016). Las saponinas son productos de defensa de los vegetales contra sus patógenos, peccialmente hongos, y se encuentran sobre todo en las zonas más externas de las plantas (Mostacero, 2002). Estas son glicósidos en los cuales varias unidades de

monosacáridos se enlazan mediante enlace glicosídico a un resto denominado aglicón. El aglicón puede ser de naturaleza triterpénica o esteroideal y en función de esto las saponinas se clasifican en saponinas triterpénicas y saponinas esteroidales respectivamente (Guerra de León, 2005, Marston, 1995).

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, anticancer, hipolesterolémica, hipoglicaémica, antitrombótica, diurética, antiinflamatoria y molusquicida (Guerra et al, 2008).

La extracción de saponinas a partir de diversos materiales biológicos ha sido reportada, bajo múltiples procedimientos, sin embargo, dada la naturaleza en gran manera polar de estos compuestos, todos los métodos coinciden en la extracción en caliente o en frío, con agua o alcoholes de bajo peso molecular, sobre salen el uso de metanol, etanol, butanol y mezclas de diferentes proporciones de estos alcoholes y agua. Los estudios sobre las propiedades biológicas de las saponinas se han incrementado en la última década, lo cual está relacionado con el hecho de que muchas de las plantas ricas en estos metabolitos son utilizadas por diversas poblaciones como medicina folclórica en el tratamiento de diversas enfermedades, en forma de ungüentos, cocimientos, complementos alimenticios, etc. La medicina tradicional china es un ejemplo donde las saponinas y polifenoles son considerados ingredientes claves, responsables de muchos efectos biológicos observados (Sparg, 2004).

El *Agave brittoniana*: esta es una planta silvestre que crece en terrenos áridos, pedregosos y estériles, posee hojas de color verde grisáceo, carnosas, lineales y lanceoladas, de aproximadamente un metro de largo y veinte centímetros de ancho, generalmente espinosa y dentadas. Las espinas son de color castaño oscuro, fuertes y de 2-4 mm de largo. Las hojas se encuentran arrosetadas en el

ápice del tronco que es simple y leñoso. Poseen capsula oblonga, algo periforme y flores amarillas de 3-3,5 cm de largo (León, 2000).

Furcraea antillana A. (maguey): Son plantas grandes, gruesas, con cáudice erecto aéreo o subterráneo, hojas agrupadas en el ápice del cáudice, lanceolado o ensiforme, largo y angosto, delgado o grueso, márgenes subenteros o espinoso-dentados, ápice un mucrón corto o acúleo engrosado. Panículas grandes, terminales, usualmente piramidales, flores erectas o pendientes, solitarias o fasciculadas, en las axilas de las brácteas, blancas o verdosas, ocasionalmente reemplazadas por bulbilos; perianto de 6 segmentos iguales, segmentos ovalado-oblongos, libres casi hasta la base, filamentos dilatados por arriba del punto medio, subulados arriba, adnados a la base de los segmentos del perianto y más cortos que éstos, anteras linear-oblongas; ovario ínfero, 3-locular, usualmente cortamente rostrado en el ápice, estilo columnar, engrosado por debajo del medio, estigma pequeño, inconspicuamente 3-lobado, óvulos numerosos y en 2 hileras en cada lóculo. Cápsula oblonga u ovoide, loculicida por 3 valvas, rostrada en el ápice, estipitada o comprimida en la base; semillas aplanadas, deltoides.

El maguey forma flores sólo una vez en su vida. Tras muchos años de crecimiento y maduración, un día el centro del tallo comienza a adelgazarse y a lanzar su impresionante y largo qurote, del que salen las flores que se convertirán en los frutos con semillas. Después, el maguey muere: puede decirse que es una planta que perece de parto (Granich et al., 2018)

El henequén (*Agave fourcroydes* Lerm) es una especie yucateca que se cultiva en esa región mexicana y en Cuba. Es una planta productora de biomasa fibrosa y metabolitos esferoidales, que constituyen principios activos para la industria farmacéutica y agropecuaria. La amplia gama de productos que se obtiene del henequén ha ganado en importancia y en el futuro cercano serán producciones codiciadas y sostenibles, a fin de reducir la alta contaminación de los plásticos y otros productos sintéticos dañinos al ecosistema (González, 2000). Es una especie perenne, de propagación vegetativa, se cultiva en áreas ecológicas con limitado suministro de agua y suelos pobres Tiene, además, alto potencial de uso

como fuente de productos naturales como esteroides y detergentes a partir de sus sapogeninas (Rizwan et al., 2012).

Clasificación taxonómica de las tres especies:

Reino: Cormobionta.

División: Macrophyllrophyta

Clase: Liliopsida.

Orden: Asparragales.

Familia: Agavaceae.

Género: Agave.

Especie: *A. brittoniana*.

A. fourcroydes Lem.

Género: Furcraea

Especie: *F. antillana*

Capítulo II: Materiales y métodos

2.1. Identificación de la presencia de saponinas en el jugo de especies de la familia Agavaceae

Obtención del jugo de especies de la familia Agavaceae

La investigación se realizó en el laboratorio de Botánica de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Cienfuegos, en el período comprendido de enero- junio 2019. Las hojas de *A. brittoniana* fueron recolectadas en áreas de la empresa “Flora y Fauna”, provincia de Villa Clara; las de *F. antillana* en la comunidad Babiney y las del *A. fourcroydes* en la planta Henequenera “Francisco del Sol”, ambos pertenecientes al municipio Abreus, provincia Cienfuegos.

Se recolectaron hojas maduras de más de 1m de altura (parte inferior de plantas adultas (cinco años de plantada). Las mismas fueron lavadas con agua destilada y escurridas en un secador artesanal abierto (malla de 8 mm de diámetro) a temperatura ambiente. De las hojas recolectadas de cada especie se extrajo el jugo en un molino, se filtró dos veces empleando gasa doble y se dejó reposar 24 horas en condiciones de oscuridad.

2.1.1. Ensayo de espuma

Para cada especie se determinó la presencia de saponinas mediante el ensayo de espuma (Price, Johnson, Fenwick, & Malinow, 1987). Se empleó la metodología descrita por (Guerra et al., 2008), para la obtención de un extracto rico en saponinas y el jugo hidrolizado.

2.1.2. Determinación de la concentración de sólidos totales

La concentración de sólidos totales fue determinada por el método de las pesadas donde se tomó 1 mL de jugo, el cual fue secado en estufa (Haubelt Laborgeräte GmbH, Alemania) y se pesó en Balanza Analítica “Sartorius” BP221S” masa máx. 100 g, d \pm 0.1 mg; a partir de los que se prepararon las concentraciones a probar en los ensayos biológicos que fueron de: 5, 10, 20, 30, 40, 50 ppm.

2.2. Determinación del efecto molusquicida del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.

Obtención de los moluscos

Para el estudio, los individuos de la especie *S. octona* fueron recolectados en los cultivos de hortalizas del organopónico “El Universitario” ubicado en el municipio Cienfuegos y se mantuvieron sobre hojas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Black Seeded Simpson (BSS), en magentas (envases plásticos de 12 cm x 7 cm de diámetro) humedecidos diariamente. De los cuales se seleccionó los de tamaño más uniforme, que estuvieran activos y saludables (do Nascimento et al., 2018).

Para evaluar la actividad molusquicida de las plantas se siguió la guía de procedimientos estándares de la Organización Mundial para la Salud para la Evaluación de Actividad Molusquicida en Plantas (WHO, 1965).

2.2.1. Determinación del efecto molusquicida del jugo de las tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.

En cada magenta se colocó un papel de filtro del diámetro correspondiente al fondo de la misma el que fue aplicado con 2 mL de cada concentración del jugo de las tres especies vegetales donde se ubicaron 10 individuos adultos de la especie *S. octona* y un molusquicida químico (Biodehido GB-6) a las mismas concentraciones que las especies vegetales y un control con agua destilada. En paralelo. Para cada concentración se hicieron tres replicas. Se evaluó mortalidad y afectaciones a la movilidad e hidratación transcurridas 1, 18, 22, 24, 36 y 48 horas luego del tratamiento, lo que fue identificado por los lentos o ausencia de movimientos de los moluscos y su decoloración (Garoy et al., 2017).

2.2.2. Comprobación del efecto molusquicida del extracto rico en saponina a partir del jugo hidrolizado de las tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.

Para evaluar la actividad molusquicida de las saponinas de las plantas se trabajó con el jugo hidrolizado y se siguió la guía de procedimientos estándares de la Organización Mundial para la Salud para la evaluación de actividad molusquicida en plantas (WHO, 1965).

En cada magenta se colocó un papel de filtro del diámetro correspondiente al fondo de la misma el que fue aplicado con dos mL de cada concentración del jugo hidrolizado de las tres especies vegetales donde se ubicó 20 individuos adultos de la especie de molusco plaga estudiada y un control con agua destilada en paralelo. Para cada concentración se hizo tres replicas. Se evaluó mortalidad y afectaciones a la movilidad e hidratación transcurridas 1, 18, 22, 24, 36 y 48 horas luego del tratamiento, lo que fue identificado por los lentos o ausencia de movimientos de los moluscos y su decoloración (Garoy et al., 2017).

2.3. Determinación del efecto repelente del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio.

Se siguió el método de observación directa por los métodos el grupo focal y examinar (Altmann, 1974). Las observaciones se realizaron en el momento de la aplicación en intervalos regulares de 15 minutos durante 24 horas.

2.4. Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos se calculó las LD 50 y LD 90 mediante el análisis de Finney's Probit (Rajabi et al., 2015). Y se aplicó la (prueba de máxima verosimilitud de los ratios $p > 0,05$) con el programa PoloPlusVersion 0.03. Y además se usó un ANOVA para la comparación de medias de la actividad molusquicida.

Capítulo III: Resultados y Discusión.

3.1 Identificación de la presencia de saponinas en el jugo de especies de la familia Agavaceae

3.1.1. Ensayo de espuma

La prueba para la determinación de presencia de saponinas en las tres especies fue positiva comprobando la presencia de este metabolito secundario en las tres especies de Agavaceae estudiadas (Tabla1). Los valores más altos de extractos ricos en saponinas se encontraron en *A. brittoniana* con 0,09 g/mL seguida por *F. antillana* y *A. furcroydes* con 0,04g/mL y 0,03g/mL (Tabla 1). A la presencia de saponinas en varios extractos de plantas se atribuye actividad molusquicida (do Nascimento et al., 2018); (Júnior et al., 2018); (Abdullah et al., 2017); (Aziz y Mailon, 2010) y (Dib et al., 2016).

Tabla 1. Caracterización de los jugos de las tres especies de Agavaceae

Planta	Concentración de Sólidos totales (Gravimetría) g/ml	Concentración de extracto rico en saponinas (n-butanol) g/ml	Presencia de saponina (Espuma)
<i>F. antillana</i>	0,086	0,04	+++
<i>A. brittoniana</i>	0,114	0,09	+++
<i>A. furcroydes</i>	0,082	0,03	+++

Presencia abundante de saponina (+++). No presencia de saponina (-)

3.1.2. Determinación de la concentración de sólidos totales

El presente estudio mostró la mayor concentración de sólidos totales por los diferentes métodos de cuantificación empleados, en la especie *A. brittoniana* con 0,114g/mL seguida por *F. antillana* con 0,086g/mL y *A. furcroydes* 0,082g/mL por

el método de la gravimetría. Valores que concuerdan con las concentraciones de los extractos ricos en saponinas al presentarse los valores más altos en ese mismo orden entre las tres especies vegetales estudiadas, los que representan un 78,95%; 46,51% y 36,59% con respecto a los sólidos totales de las tres especies respectivamente.

Resultados similares se refieren en estudios realizados por autores como (Jaramillo, 2016) donde encuentran valores diferentes de concentraciones de saponinas entre las especies: *Piperaceae carpunya* (Agardh), *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill)., *Parthenium hysterophorus* L., *Artemisia absinthium* L. y *Taraxacum officinale* (Weber).

3.2 Determinación del efecto molusquicida del jugo de tres especies de Agavaceae sobre *S. octona* en laboratorio

Durante la aplicación del jugo de las tres especies de Agavaceae estudiadas y el control con agua destilada contra la especie de molusco, estas mostraron movilidad, la cual se mantuvo en los individuos sometidos al control negativo con agua destilada durante todo el estudio, a diferencia de los que estuvieron expuestos a las diferentes concentraciones de los productos, donde se observan individuos sin movimiento desde las 2 horas de aplicación para *S. octona* con todas las concentraciones (Figura1).

Se reportan resultados similares por Do Nascimento et al., (2018) Pero en evaluaciones de extracto da plantas de *Furcreae foetida* donde también con el tratamiento con las concentraciones más altas los moluscos tenían afectación de su actividad.

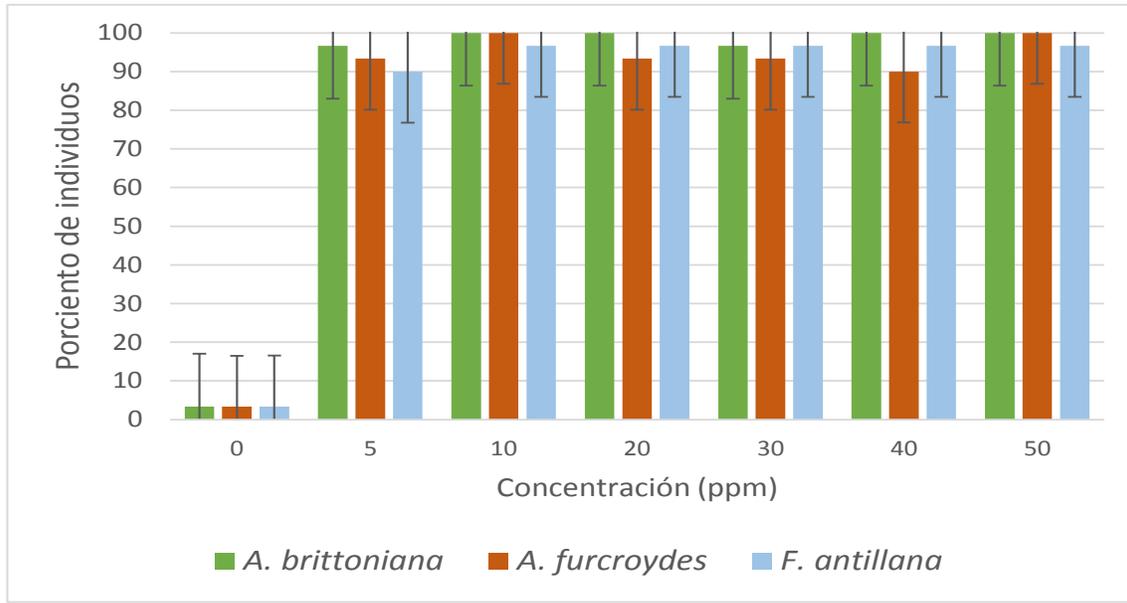


Figura1. Individuos sin movilidad de *S. octona* a las 2 horas de aplicación. Las barras verticales (⊥) indican el error típico de la media.

La hidratación de los moluscos comenzó a verse afectada a partir de las 2 h de iniciado el tratamiento. Pasada las 18 h se observó una pérdida total de la hidratación en los individuos. El grupo control se mantuvo sin afectación en la hidratación en los moluscos durante las 72 h del experimento (Figura 2).

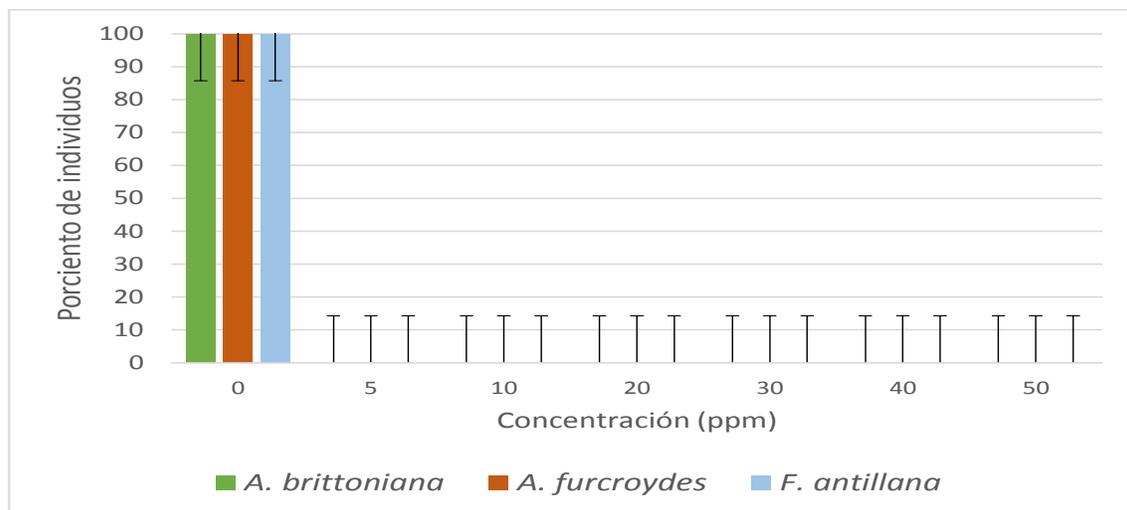


Figura 2 Afectación de la hidratación de la *S. octona* a las 2 horas de aplicación del producto. Las barras verticales (⊥) indican el error típico de la media.

La especie *S. octona* además manifestó un comportamiento de formación de grupos de individuos frente al control y a los tratamientos con las diferentes concentraciones de las tres especies de Agavaceae, lo que aumento con el incremento de las concentraciones para las tres especies de plantas, en el momento de la aplicación, comportamiento que se mantiene durante todo el experimento solo en el control. Resultados similares describen para *S. octona* (do Nascimento et al., 2018) lo cual plantea puede estar relacionado con la tentativa de la especie de disminuir los efectos de la sustancia aplicada y con la economía del agua, aspecto que también refieren. Y que usa la especie para resistir la desecación según Gauthier et al., (2009).

A las 2 h la mortalidad fue cero para casi todos los tratamientos y dosis, solo murió un individuo en el tratamiento con metaldehído dosis 40 y 6 en la dosis máxima 50. A diferencia de la evaluación a las 18 h donde la mortalidad fue 100 % para casi todos los tratamientos y dosis, excepto el control con agua destilada, donde no murió ningún individuo tabla (Tabla2). Puesto que la mortalidad fue tan baja a las 2 h y luego casi total en la siguiente evaluación a las 18 h no se hacen estimados de letalidad o potencia para *S. octona*.

Tabla 2. Individuos muertos de *S. octona* a las 18 h de realizarse los tratamientos

Tratamiento	Dosis (ppm)					
	5	10	20	30	40	50
Control H ₂ O destilada	Mortalidad 0					
<i>A. fourcroydes</i>	29	30	30	30	30	30
<i>F. antillana</i>	30	30	28	30	30	30
<i>A. brittoniana</i>	30	30	29	29	30	30
Metaldehido	22	27	30	30	30	30
El total de individuos expuestos a los diferentes tratamientos fue de 30.						

3.2.2. Comprobación del efecto molusquicida del extracto rico en saponina a partir del jugo hidrolizado de las tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio

La actividad molusquicida de las saponinas con las tres especies de Agavaceae estudiadas se demostró al aplicar por contacto el jugo hidrolizado contra la *S. octona*. Los resultados mostraron que la mortalidad de esta especie tratada, tuvo una tasa de afectación muy baja la cual no permitió obtener una curva de LD 50, lo que se diferencia de los jugos aplicados sin hidrolizar que logran LD 50 Para las tres especies botánicas probadas con diferencias significativas de *A. fourcroydes* y *F. antillana* al (95 %) con *A. brittoniana* pero no entre sí contra los moluscos estudiados (Figura1).

Resultados semejantes a los obtenidos por contacto para saponinas de *S. officinalis* los que determinaron que estas no afectan a los moluscos con las mismas concentraciones por ingestión que por contacto, por lo que las consideran un promisorio molusquicida biológico (Dib et al., 2016), los que relacionan su acción con la probable alteración de la membrana externa de los gasterópodos que pueden hacer que estos puedan perder fluidos y morir por deshidratación.

Esta investigación ratifica la acción molusquicida de tres especies de agaváceas y se amplía su uso no solo para moluscos plagas acuáticas y transmisoras de enfermedades tanto al hombre como a los animales. (Debnath, 2010; Hammuel, 2011; Osman, 2011; Almaraz-Abarca et al., 2013) sino también a los moluscos terrestres en los organopónicos.

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. Permiten incorporar tres especies de la familia Agavaceae de género *Agave* y *Furcraea*, a las 32 especies con efecto molusquicida informadas para la agricultura en Cuba (Alfonso et al, 2002); lo que brinda nuevas alternativas en el manejo integrado de

plagas de los moluscos plagas terrestres de forma local por los agricultores de la provincia y el país (Tabla 3).

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).

Tabla 3: Plantas de la familia Agavaceae con potencialidades molusquicidas.

Familia	Género	Planta	Moluscos que controla
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave filifera</i> (Salm-Dyck) Baker	<i>Biomphalaria alexandrina</i> Ehrenberg, 1831 (El-Eman et al, 1989)
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave fourcroydes</i> Lem.	<i>B. havanensis</i> (Díaz & Ferrer, 1996).
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave legrelliana</i> Jacobi	<i>B. havanensis</i> (L. Pfeiffer, 1839)- (Díaz & Ferrer, 1996)
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave beauleriana</i> Jacobi	<i>B. havanensis</i> -(Ferrer et al., 1993; Díaz & Ferrer, 1996).
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>A. americana</i>	<i>Bulinus globosus</i> <i>H. cumingii</i> -(Pino, 2006). <i>P. griseola</i> - Nodarse et al, 2017 <i>H.cumingii</i>
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave attenuate</i>	<i>Bulinus africanus</i> (Krauss, 1848) -

		Salm Dyck, 1834	(Debnath, 2010).
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave sisalana</i> Perrine	(Debnath, 2010) y (Hammuel, 2011)
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>A. legrelliana</i>	<i>P. griseola</i> - Nodarse et al, 2017
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>A. brittoniana</i>	<i>P. griseola</i> - Nodarse et al, 2017 <i>S. octona</i> - Nodarse et al, 2017 (inédito)
Agavaceae	<i>Furcraea</i>	<i>Furcraea selloa</i> K. Koch	<i>B. alexandrina</i> - (Osman, 2011).
Agavaceae	<i>Furcraea</i>	<i>Furcraea andina</i> Trel	<i>H. cumingii</i> (Pino, 2006) <i>Fossaria viatrix</i> (Orbigny, 1935) y <i>Physa venustula</i> Gould (Olano, 1999; Guzmán, 2008) <i>F. viatrix</i> <i>P. venustula</i> Gould
	<i>Furcraea</i>	<i>F. hexapetala</i>	<i>P. griseola</i> - Nodarse et al, 2017 <i>S. octona</i> - Nodarse et al, 2020 (inédito)

Además las especies estudiadas abaratan los costos y el 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*, *F. hexapetala*, *A. fourcroydes*), 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.

3.3 Determinar el efecto repelente del jugo de tres especies de Agavaceae en el control de *S. octona* en laboratorio

Otro efecto importante a tener en cuenta de las especies botánicas estudiadas lo constituye la repelencia, donde se observa el desplazamiento vertical de más del 90% de los individuos a partir del tratamiento cinco ppm para las tres especies botánicas probadas desde las 2 horas de aplicación, similar a lo reportado por (Ferreira et al., 2010) que registraron comportamiento de fuga en jóvenes de *B. similares* cuando entraron en contacto con diferentes concentraciones de cafeína.

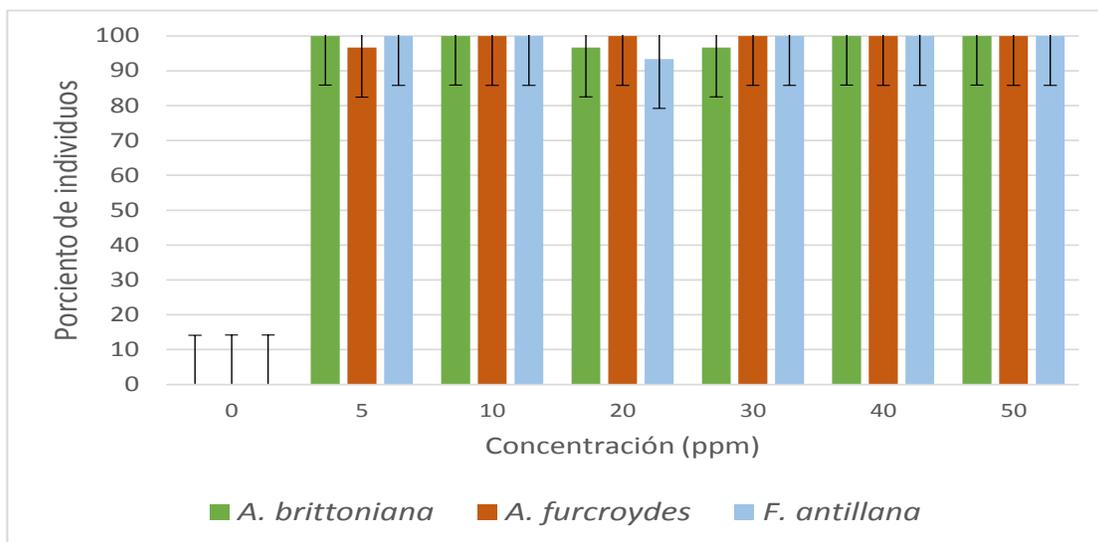


Figura 4. Desplazamiento vertical a las 2 horas de aplicación. *S. octona*

Estos comportamientos en esta especie puede favorecer la sobrevivencia de los moluscos al tratamiento con sustancias molusquicida, al permitir que se alejen del área de aplicación del producto (do Nascimento, Toledo, y de Abreu, 2018), representa una forma de repelencia, y por tanto brinda una alternativa de

tratamiento más con estas tres especies de Agavaceae la cual puede contribuir no solo al control, sino también a la protección de la malacofauna que sirve de control biológico en los agroecosistemas, por lo que serían buenos candidatos a incluir en una estrategia de manejo.

Conclusiones

- 1- Las especies *A. fourcroydes*, *F. antillana* y *A. brittoniana* controlan la especie de molusco *S. octona* en condiciones de laboratorio.
- 2- Las saponinas son las principales responsables del efecto molusquicida de las especies *A. fourcroydes*, *F. antillana* y *A. brittoniana*.
- 3- Las especies *F. antillana* y *A. fourcroydes* constituyen buenos candidatos para su aplicación en campo en el control de *S. octona*.
- 4- Las tres especies estudiadas tienen además del efecto molusquicidal un efecto repelente contra *S. octona*.

Recomendaciones

1. Realizar estudios sobre la efectividad del jugo de *F. antillana* y *A. fourcroydes* frente a *S. octona* en condiciones de organopónico y campo.

Bibliografía

- Abdullah, N. S., Aziz, N. A., & Mailon, R. (2017). Molluscicidal activity of *Entada rheedii* stem bark methanolic extract against paddy pest *Pomacea canaliculata* (Golden Apple Snail). *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(1), 46–51.
- Alfonso, M.; Avilés, R.; González, N.; Cruz, X.; Villasana, R.; Rodríguez, V; Álvarez, M.; Lorenzo, I. y Rodríguez, I. (2002). Los plaguicidas botánicos y su importancia en la Agricultura Orgánica. *Agricultura Orgánica*, 8 (2), 1028-2130.
- Almaraz- Abarca, N. (2013). Thephenols of the genus *Agave* (Agavaceae). *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, (4), 9-15.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behaviour: Sampling methods. *Behaviour*. 49, 227-267.
- Anderson, N., Dreves, A. J., & Hoffman, G. D. (2013). Effectiveness of Iron Chelate Molluscide Baits for Control of Gray Field Slugs (*Deroceras reticulatum* M.) in Grass and Clover Seed Crops in Oregon. *Journal of the NACAA*, 6(2).
- Arias Suárez, J. D. (2015). *Evaluación genotóxica de un extracto butanólico de Agave brittoniana T. subsp. brachypus en ratones balb/c.* (Tesis de Grado), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Villa Clara.
- Aziz, E; Mailón, M. (2010). Segundo Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. *Concepción del control de plagas y enfermedades en la agricultura orgánica.* La Habana, Cuba.
- Brechelt, A. (2004). Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. *RAP-AL*, 36.
- Calle, J. M. P; Andy, J; Simonet, A. M; Guerra, J. O; Macías, F. A. (2016). Steroidal saponins from *Furcraea hexapetala* leaves and their phytotoxic activity. Vol 9.

- Capinera, J. L., y Rodrigues, C. G. (2015). Biology and control of the leatherleaf slug *Leidyula floridana* (Mollusca: Gastropoda: Veronicellidae). *Florida Entomologist*, 98(1), 243–253.
- Castellano, L. y Herrera, N. (2013). Informe sobre la incidencia de moluscos plaga en organopónicos del municipio de Cienfuegos, Cuba. *Centro Agrícola*, 40 (1): 89-90.
- Castellanos, L., Astengo, G.J.A., Yero, M.Y., Herrera, N., Fernández, G.R.R. (2011). Plagas y enfermedades en 13 variedades de frijol en una localidad de la provincia de Sancti Spiritus. *Centro Agrícola*, 38 (1): 91-92. Recuperado de: <http://cagricola.uclv.edu.cu/>.
- 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*.
- Dib, R., Makhoul, K. y Maalouf, R. (2016). *Preliminary bioactivity investigation of Styrax officinalis fruit extract as potential biopesticide*.
- Do Nascimento, C. A. A; Toledo, A. M. O; Bessa, E. C. A & Abreu, P. F. (2018). Influência de *Furcraea foetida* (L.) Haw. sobre a sobrevivência, crescimento e reprodução de *Subulina octona* (Brugüiere, 1789) (Mollusca, Subulinidae). *Revista Brasileira de Zootecias*. 19: 31-43.
- Douglas, A; Navarro, M. (2010). *Manejo Integrado de Plagas*, vol 7. El Salvador, Centro América: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Espinosa, J. & Ortega, J. (2009). Moluscos Terrestres del Archipiélago Cubano. *Avisennia. Revista de Ecología y Oceanología y Biodiversidad Tropical*, 4 (2), Suplemento 2.

- Ferreira, P; Soares, G. L. G; D'ávila, S & Bessa, E. C. A. (2010). A influência da cafeína sobre a sobrevivência, crescimento e reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae), com diferentesidades. *Revista Brasileira de Zootecias*. 12(2): 47-53.
- Fimia-Duarte, R; Iannacone, J; Argota-Pérez, G; Cruz-Camacho, L; Diéguez-Fernández, L; López-Gómez, J. E & Álvarez-Váldes, R. (2014). *Epidemiologic and zoonotic risk of the malacofauna in Capitan Roberto Fleites health area, Cuba*.
- Fuentes, L. (2006). Moluscos de Importancia Agrícola. *Revista Digital CENIAP*. Recuperado de: <http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n11/arti/fuentesl.htm>
- Garoy, C. (2017). *Civilizar las Ciencias Sociales y Humanas. Las Ciencias Sociales*. 17 (32): 133-160.
- Gauthier, C., Legault, J., Girard-Lalancette, K., Mshvildadze, V & Pichette, A. (2009). Haemolytic activity, cytotoxicity and membrane cell permeabilization of semi-synthetic and natural lupane-and oleanane-type saponins. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17(5).
- Granich, C; Torres, I.G; Hernández, L. J de J; Morales, M. P; Varela, A. R; Ibáñez, C.H; Nava, X. H. (2018). Manual de manejo campesino de magueyes. México: Editado e impreso en México..
- González, C.; Rivas, E. (2000). Curso de Manejo Integrado de Plagas. Conferencias. (Tesis de Maestría), Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos. Cuba
- Grupo Permanente de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. (GPASF). (2019). *Lineamientos de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familia para el año 2019*. MINAG, Cuba: Grupo Nacional del Ministerio de la Agricultura.

- Guerra de Leon, J. O. (2005). *Compuestos con actividad antiparasitaria del Agave brittoniana* (Tesis Doctorado) Universidad de Cádiz ,Universidad de La Habana, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.Villa Clara.
- Guerra de León, J. O.; Nogueiras Lima, C.; Laguna Granja, A.; De Rojas Pérez, M. (2008) Estudio de las ceras obtenidas de hojas del *Agave brittoniana* T. *Revista Cubana de Química*, XI(1), 62-64.
- Guerra, J.O., Meneses, A., Simonet, A. M., Macías, F. A., Nogueiras, C., Gómez, A., & Escario, J. A. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomona vaginalis*. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1645–1652.
- 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. & Castellanos, L. (2011). Nuevo informe sobre la incidencia de moluscos plaga en los cultivos semiprotegidos del municipio de Cienfuegos. *Centro Agrícola*, 2 (38) 48-50.
- Herrera, N. (2013). Incidencia, dinámica poblacional y posibilidades de control con extractos vegetales de la familia Agavaceae, de los moluscos plagas de las hortalizas bajo cultivo semiprotegido. *Centro Agrícola*, 40 (1), 85-89.
- Herrera, N., López B., Castellanos L., & Pérez I. (2013). Incidencia de los moluscos plagas en los organopónicos del municipio de Cienfuegos. *Centro Agrícola* 40 (4): 49-55.
- Ibrahim, M. M. A; Lokma, M. H. E and Issa, M. A. (2017). Economic Threshold, Injury Levels and Food Preference of Glassy Clover Snail, *Monachacartusiana* (Muller). *Infesting Strawberry Plants at Ismailia Governorate*, 8(2):11–20.

- Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical. (2016). *Agricultura Urbana Boletín Informativo*. Santiago de Las Vegas: Grupo nacional de agricultura urbana y suburbana.
- Jaramillo, J. D. (2016). Las saponinas esteroidales. *Revista Cubana de Medicina General*, 32 (3).
- Júnior, V.O.S., Toledo, A.M.O., De Abreu, P.F. (2018). Uso de extrato acuoso de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em testes de sobrevivência sobre *Achatina fulica* (Bowdich, 1822)(Mollusca, Gastropoda). *Revista Brasileira de Zootecias*, 19(1).
- Klein, M. L., Chastain, T. G., Garbacik, C. J., Qian, Y. P. L., & Mc Donnell, R. J. (2020). Acute toxicity of essential oils to the pest slug *Deroceras reticulatum* in laboratory and greenhouse bioassays. *Journal of Pest Science*, 93(1), 415–425.
- Leal-Díaz, A. M., Santos-Zea, L., Martínez-Escobedo, H. C., Guajardo-Flores, D., Gutiérrez-Urbe, J. A., & Serna-Saldivar, S. O. (2015). Effect of Agave americana and Agave salmiana ripeness on saponin content from aguamiel (agave sap). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(15), 3924–3930.
- Matamoros, M. (2011). Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana. *Manejo agroecológico de moluscos*. La Habana, Cuba: CIDISAV.
- Matamoros, M. (2014). Malacofauna en agroecosistemas representativos de las provincias occidentales de Cuba. *Fitosanidad* 18(1) 23- 27.
- Matamoros, M. (2017). Los moluscos fitófagos en la agricultura cubana. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. *Agricultura Orgánica*. 20(2), 9 -13.
- Moreiras, R. (2013). *La Lechuga. Composición de Alimentos*. Recuperado de <http://www.huertoencasa.mx>

- Mostacero, J. L. (2002). Inventario taxonómico, fitogeográfico mediante estrategias metacognitivas. *Ciencias Agropecuarias*. 8-3. 215-224.
- Nicholls, C. I. (2008) .Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Nodarse, M., Castellanos, L., Pérez, A., Becerra., E. J. (2017). Eficacia de los jugos de *Furcraea hexapétala* y *Agave brittoniana* para el control de moluscos plagas en acelga en organopónicos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 3-10. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>.
- Nodarse, M., Martínez, R. C., Cabrera Álvarez, E., Aday, Y. M., & Reyes, A. (2019). Moluscos de importancia agrícola en Cienfuegos, Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 3-10. Recuperado de: <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>.
- Ojewole, A. O. (2014). Analgesic effects of *Capsicum frutescens*. Linn (Solannaceae) fruit aqueous extract in mice.
- Ortega, G. (2008). Las Agavaceaes. *Revista Bibliográfica Médica Cubana*, 6, 14-21
- Osman, GY (2011). Biological studies on *Biomphalaria alexandrina* snails treated with *Furcraea selloa marginata* plant (Family: Agavaceae) and *Bacillus thurigiensiskurstaki* (Dipel-2x). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*.
- Pérez de Armas, A. J. (2011). *Estudio fitoquímico de especies nativas de Cuba pertenecientes a la familia Agavaceae y evaluación de sus actividades biológicas*. (Tesis de Doctorado), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara.
- Pérez, R. (2002). *El árbol del Nim*. Asesora del grupo Estatal de Alimentos. La Habana, Cuba: Minas.

- Pérez, N. (2011). *Dissertação de Mestrado em Comportamento e Biologia Animal*. Minas Gerais, Brasil: Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.
- Prince, K., Johnson, I. T., Gee, J. M., Curl, C and Fenwick, G. R. (1987). Influence of saponins on Sildhu. *Effects of sy saponins*. 34-64
- Puente-Garza, C. A., Meza-Miranda, C., Ochoa-Martínez, D., & García-Lara, S. (2017). Effect of in vitro drought stress on phenolic acids, flavonols, saponins, and antioxidant activity in *Agave salmiana*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 115, 400–407.
- Rahim, F. P; Piñero, J. L. H; Parra, A. C; Olguín, J. F. L; Torres, O. G. V. (2010). *Las Hortalizas de hoja*. Missouri: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Reyna, P. B., Moran, A. G & Gordillo, S. (2018). Visitantes sin invitación: moluscos exóticos de la Provincia de Córdoba. *Revista de La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 5(2), 71.
- Rizwan, K., Zubair, M., Rasool, N., Riaz, M. (2012). Phytochemical and biological studies of *Agave attenuata*. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 6440- 6451.
- Ruiz-Galván, I., Pineda-Ríos, J. M., García-Ávila, C. de J., Bravo-Pérez, D., Torres-Martínez, J. G., Florencio-Anastasio, J. G., Quezada-Salinas, A & Vásquez-López, I. (2018). *Helix aspersa* (Stylommatophora: Helicidae) plaga emergente de la manzana (*Malus Spp.*) en Guerrero, Chihuahua. *Revista Zoológica Mexicana*, 34.
- Santos-Zea, L., Leal-Diaz, A.M., Cortés-Ceballos, E., and Gutierrez-Urbe, J.A. (2012). *Agave* (*Agave spp.*) and its traditional products as a source of bioactive compounds. *Current Bioactive Compounds*, 8(3), 218–231.
- Sidana, J., Singh, B., & Sharma, O. P. (2016). Saponins of *Agave*: Chemistry and bioactivity. *Phytochemistry*, 130, 22–46.

- Sparg, S. G. L., Staden, J. M. E. (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. *Ethnopharmacol*, 219, 94.
- Thomé,J, Santos,V, y Jeske. (2001). Nuevos registros de Veronicellidae (gastropoda, Mollusca) para Itabuna, Bahía, Brasil e sua ocorrência no contenido estomacal de serpentes do género Dipsas Laurenti (Colubridae). *Zool.*, 1 (18), 301-303.
- Vázquez, L y Fernández, E. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos*. Sistemas Agrarios Urbanos. La Habana, Cuba: INISAV.
- 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.
- WHO. (1965). Molluscicide screening and evaluation. *Bull*, 33, 567–581.