



## Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

**Título:** Eficacia técnica del jugo vegetal de dos especies de plantas de la familia *Asparagaceae* sobre *Cylas formicarius* Fabricius.



**Autora:** Isisleny Pérez Ayala

**Tutora:** MSc. Caridad Terry Espinosa

MSc. Anirka Fernández Valero

Curso 2017-2018

## Resumen

La investigación se desarrolló de noviembre a diciembre del 2017, con el objetivo de evaluar en condiciones “*in vitro*” la eficacia del jugo de (*Furcraea antillana* A. Alvares) y (*Agave brittoniana* Trel) sobre *Cylas formicarius* Fabricius. se determinaron las cantidades de metabolitos secundarios con acción insecticida en *A. brittoniana*. Fue una investigación experimental en condiciones de laboratorio, con un diseño completamente aleatorizado con cinco tratamientos y cuatro réplica. Se determinó el porcentaje de mortalidad, fueron evaluados a las 24, 48, 72 y 96 horas. Se determinaron metabolitos secundarios con la presencia de saponinas, azúcares reductores, triterpenos esteroides y flavonoides, en extracto acuoso. A las 24h de aplicado el jugo de ambas plantas los insectos comenzaron a morir y después de 72 horas, el jugo de *F. antillana* logró resultados positivos de 62 a 77 % de eficacia en todas las concentraciones estudiadas, y en *A. brittoniana* los resultado desde las 48 horas son valores de 61 a 76 % de eficacia en todas las concentraciones.

**Palabras claves:** Metabolitos, tamizaje, contacto, insecticida

## **Abstract**

The research was carried out from November to December 2017, with the objective of evaluating in vitro conditions the effectiveness of the (*Furcraea antillana* A. Alvares) and (*Agave brittoniana* Trel) juice on *Cylas formicarius* Fabricius. amounts of secondary metabolites with insecticidal action in *A. brittoniana*. It was an experimental research under laboratory conditions, with a completely randomized design with five treatments and four replications. The percentage of mortality was determined, they were evaluated at 24, 48, 72 and 96 hours. Secondary metabolites were determined with the presence of saponins, reducing sugars, steroid triterpenes and flavonoids, in aqueous extract. After 24 hours of applying the juice of both plants, the insects began to die and after 72 hours, the *F. antillana* juice achieved positive results of 62 to 77% efficacy in all the concentrations studied, and in *A. brittoniana* the results from 48 hours are values of 61 to 76% efficacy in all concentrations.

**Keywords:** Metabolites, screening, contact, insecticide

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1: Revisión Bibliográfica</b> .....	5
<b>1. Métodos de control de plagas</b> .....	5
1.1 Metabolitos secundarios de los agaves .....	8
1.2 El género Agave, familia Asparagaceae. ....	11
1.3 El cultivo del boniato. Importancia.....	19
1.4 <i>Cylas formicarius</i> Fabricius (Coleóptera: Apionidae), características generales .....	21
<b>Capítulo 2: Materiales y métodos</b> .....	23
<b>Capítulo 3: Resultados y discusión</b> .....	29
<b>Conclusiones</b> .....	37
<b>Recomendaciones</b> .....	38
<b>Bibliografías</b> .....	
<b>Anexos</b> .....	

## **Agradecimientos**

A mis padres por su sacrificio y apoyo a mis estudios.

A la tutora Aniurka Fernández Valero por su ayuda y dedicación, así como a su esposo por recibirnos en su casa siempre con los brazos abiertos.

A la tutora Caridad Terry Espinosa por aceptar guiarnos en estas rectas finales.

A todos los que con su esfuerzo han contribuido a la realización de este trabajo y especialmente a Clara Fernández Pérez.

Muchas gracias

## Introducción

Desde que el hombre abandonó la existencia nómada y comenzó a practicar la agricultura para asegurar los alimentos necesarios de subsistencia, aparecieron organismos que también vivían a expensas de esos cultivos y que se denominaron plagas. Las pérdidas causadas por enfermedades de las plantas están presentes en la mente de los hombres desde tiempos inmemoriales, La Biblia y los grandes filósofos griegos y latinos, Aristóteles, Teofrasto, Plinio y Homero citan al "pulgón", al "hongo marchitador", al "mildiu" y al "hongo desecador" como fenómenos de graves consecuencias económicas y sociales para la humanidad (Echemendía, 2010 y Núñez, 2010; Pérez, 2011).

La protección de plantas se inició y desarrolló debido a la aparición de plagas que arrasaron con los cultivos, provocando graves consecuencias económicas y sociales. En la actualidad se reporta que un 90% de la población mundial depende para su abastecimiento de alimentos de tan sólo 15 grandes tipos de cultivos y siete especies de animales. A pesar del desarrollo que ha tenido la protección de plantas se estima que las plagas destruyen anualmente aproximadamente el 35% de las cosechas en todo el mundo y después de obtenidos también alcanzan de un 10 al 20%, por lo que las pérdidas globales oscilan entre un 40 y 50%( Echemendía ,2010).

Debido a que Cuba es un archipiélago eminentemente agrícola, su desarrollo depende de la eficiencia con la cual pueda producir sus tierras. En consecuencia, las tendencias actuales para disminuir el impacto provocado por el uso de herbicidas o plaguicidas sintéticos, están dirigidas a imitar las estrategias utilizadas por las plantas para defenderse de ataques de plagas o insectos y de sus competidores, las cuales producen compuestos químicos que se liberan al medio ambiente, esto constituye un importante método para el control de malas hierbas y plagas de los cultivos (Pérez, 2011).

Existen varios métodos de lucha fitosanitaria en los que se incluyen medidas culturales o agrotécnicas, lucha física, mecánica, bioquímica, química, genética, biológica, Manejo Integrado de Plagas (MIP), Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) (Rodríguez y Gómez, 2007; Pérez 2011).

El control de plagas con productos químicos es cada vez más complicado, ya que la exigencia por los consumidores en la reducción de la aplicación de estos productos es más notable. Por lo que hoy en día se atribuye mucha importancia a una agricultura ecológica mediante el uso de alternativas fitosanitarias y control biológico (Jiménez, 2013).

En la actualidad, para el manejo de organismos nocivos en la agricultura, se buscan productos de baja toxicidad y persistencia en el ambiente, que sean inocuos al ser humano y que presenten eficacia sobre la plaga. Una de las alternativas que resulta promisorias es la utilización de extractos naturales, sustancias botánicas, aceites esenciales y preparados artesanales de plantas que sean de fácil cultivo y obtención (Veitía, 2013).

Los preparados botánicos rústicos son aquellas suspensiones acuosas que se elaboran de manera artesanal por el propio agricultor, a partir de plantas o sus partes, que cultiva o colecta en su finca o lugares cercanos (Vázquez, 2011), también son la base para la síntesis de nuevos tipos de estructuras de insecticidas relativamente seguros para el hombre y su entorno, proviniendo de fuentes renovables (Tarqui, 2007).

Los productos a base de plantas con estas propiedades mencionadas anteriormente se aplican de forma preventiva para afrontar un ataque significativo de las plagas, respetan el principio de la no perturbación de los agroecosistemas mediante la aplicación de tecnologías convencionales de alto costo energético. Las sustancias activas de las plantas silvestres permiten una protección natural y son rentables si se utilizan de forma aceptada y lógica (Castellanos, 2006).

En informes realizados pudieron relacionarse 130 plantas con propiedades repelentes o fitoplaguicidas para Cuba (Roig, 1988), (Girón et al., 2000) y (Hernández et al., 2001). El manual de la agricultura urbana ofrece recomendaciones para la obtención de preparados caseros a partir de 11 plantas (MINAGRI, (2007). En encuestas realizadas en las unidades de la agricultura urbana en la provincia de Cienfuegos arrojó la presencia y empleo de 64 plantas utilizadas por los agricultores, dentro de estas solo una, de la familia Asparagaceae *Furcraea antillana* A. (Ortega, 2008). Se señala solamente la acción insecticida de 24 especies de plantas, pero no menciona las plantas de la familia *Asparagaceae* con este fin, sí para otros usos medicinales (Roig 2012).

Estas plantas forman parte de la diversa flora nativa de Cuba, a las cuales la población también les ha dado diversos usos. Ejemplo de ello son las pertenecientes a los géneros *Agave* y *Furcraea*, que se conocen con el nombre de “Maguey”, vocablo que proviene de la cultura taína, las cuales son empleadas por algunos campesinos de la región central-sur de la isla en cultivos combinados, con el fin de evitar el ataque de plagas y disminuir el empleo de químicos que en ocasiones atentan contra el buen rendimiento de sus producciones. Sin embargo, hasta el momento no se ha profundizado en los estudios fitoplaguicidas de la mayoría de estas plantas (Guerra, 2005).

La producción de boniato a nivel mundial está severamente limitada por el ataque de muchas plagas, por lo que se necesitan técnicas de manejo integrado para este cultivo (Jackson et al., 2003).

En la provincia Cienfuegos se ha llegado a reportar hasta un 48% en niveles medios de afectaciones de *Cylas formicarius* Fabricius (Tetuán del boniato) en el cultivo de *Ipomoea batatas* (L.) (Boniato) (Informe EPP, 2012 ).

En investigación realizada sobre el conocimiento y empleo en las diferentes unidades agrícolas sobre las plantas fitoplaguicidas y/o repelentes en la provincia de Cienfuegos arrojó que en el municipio de Abreus es utilizada por los agricultores *Furcraea antillana* A, estos le atribuyen efecto insecticida contra plagas como *Lissorhoptus brevis* Suffrian (picudito acuático de arroz),

*Cosmopolites sordidus* Germar (picudo negro del plátano), y diferentes especies de áfidos (Ortega, 2008).

**Teniendo en consideración lo planteado se enuncia el siguiente problema científico.**

¿Cuál será la eficacia técnica del jugo vegetal de las especies *Furcraea antillana* A y *Agave brittoniana* T sobre *Cylas formicarius* Fabricius en condiciones “*in vitro*”?

**Hipótesis Científica:**

Los jugos de las especies *Furcraea antillana* A y *Agave brittoniana* pueden constituir un insecticida para el control de *Cylas formicarius* Fabricius.

**Objetivo general**

Evaluar la eficacia técnica del jugo vegetal de *F. antillana* y *A. brittoniana* de la familia *Asparagaceae* sobre *C. formicarius* .

**Objetivos específicos:**

1. Identificar los compuestos del jugo vegetal de *Furcraea antillana* A, y *Agave brittoniana* T mediante tamizaje fitoquímico.
2. Determinar la eficacia técnica del jugo vegetal de *Furcraea antillana* A. Álvarez sobre *Cylas formicarius* Fabricius en condiciones “*in vitro*”.
3. Determinar la eficacia técnica del jugo vegetal de *Agave brittoniana* Trel sobre *Cylas formicarius* Fabricius en condiciones “*in vitro*”.

## **Capítulo 1: Revisión Bibliográfica**

### **1. Métodos de control de plagas**

En la actualidad se analizan los problemas de protección de cultivos con un mayor alcance, encausados a un manejo del agroecosistema como un todo, hacia una técnica basada en manipulaciones donde las plagas constituyen su objetivo fundamental, de modo que ya no se estaría hablando Manejo Integrado de Plaga (MIP), sino de un Manejo Agroecológico de Plaga (MAP), donde se contempla la autorregulación del sistema y por tanto, no serían medidas artificiales de control (Pérez, 2011).

A partir de las experiencias de autoregulación de los sistemas y con el desarrollo de tecnologías en los últimos años, se realizan investigaciones encaminadas a la producción y empleos de agentes naturales de origen vegetal para el control de plagas y enfermedades, se tiene como base el saber científico y popular, que han dado lugar a los siguientes formulados de uso agrícola y veterinario Melitox 50, Cuba NIM-P Cuba NIM-T, Neonim, oleonim 80, oleonim 50 paraíso-M solasol, glisep 60, dernim-p, dernim-V mealealim y tintura nim, los cuales son preparados a partir de las semillas del árbol del nim (*Azadirachta indica* A. juss), los frutos de paraíso(*Melia azedarach* L) , guirito espinoso(*Solanum globiferum* Dunal) y la parte foliar del piñón amoroso (*Gliricidia sepium* (jacq) Steud) (Hernández, 2001).

En el mundo se reportan varios cientos de plantas con acción biocida, el uso de extractos vegetales cobra gran importancia para el control de plagas. Las sustancias activas de las plantas silvestres permiten una protección natural y son rentables si se utilizan de forma aceptada y lógica. El uso de los extractos vegetales es una de las técnicas que pueden romper el círculo vicioso de los agroquímicos y de esa manera ayudar a recuperar la estabilidad de los agroecosistemas, quebrando la dependencia respecto a los insumos importados (Castellanos, 2006).

La experiencia de más de 30 años ha permitido comprobar que el agricultor cubano es un gran innovador, que realiza experimentos en sus fincas de forma empírica, pero bien concebidos y que adopta con facilidad los métodos que, a su entender, dan buenos resultados. Un ejemplo de la percepción agroecológica de los productores es la pasión por la naturaleza, que se manifiesta en su preocupación por conocer y cuidar a los enemigos naturales de las plagas, los polinizadores y diversificar las plantas en sus fincas (biodiversidad), lo que se considera un aspecto científico – técnico que ha tenido una gran connotación (Vázquez,2007).

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). La tendencia actual en Cuba alcanzar una Agricultura Sostenible, que presupone la óptima utilización de diversos métodos técnicamente viables y compatibles con el ambiente (Fernández-Larrea, 1997).

### **Extractos de plantas para el control de plagas.**

Los productos naturales tienen múltiples efectos que van desde la inhibición o estimulación de los procesos de crecimiento de las plantas vecinas, hasta la inhibición de la germinación de las semillas, o evitan la acción de insectos masticadores, así como los efectos dañinos de bacterias, hongos y virus. Los productos naturales conforman una parte muy importante de los sistemas de defensa de las plantas con la ventaja de ser biodegradables (Wikipedia, 2007).

Las sustancias naturales pueden considerarse aquellas que se obtienen a partir de plantas con propiedades plaguicidas; se plantea que el agricultor puede utilizarlas, en cercas vivas o en otras áreas del organopónicos, huerto intensivo o finca agroecológica a fin de que puedan ser empleadas en la preparación del fitoplaguicidas de forma artesanal (Vázquez y Lanzardo, 2006).

La utilización de extractos vegetales para el control de plagas tiene la ventaja de no provocar contaminación, debido a que estas sustancias son degradadas

rápidamente en el medio. Las plantas con potencial biocida constituyen un componente importante de control, dentro del contexto de manejo integrado de plagas (Iannacone y Lamas, 2002; 2003).

Es importante entender que los bioplaguicidas no logran los mismos resultados que los plaguicidas químicos en rapidez y efectividad del control; sin embargo, tienen la ventaja de ser menos nocivos al medio ambiente (Vázquez y Álvarez, 2011). La utilización de extractos vegetales es una estrategia promisoría para el control de plagas y enfermedades en cultivos de importancia agronómica, pues no solo se reduce el impacto económico y ecológico producido por el uso indiscriminado de pesticidas sintéticos, sino que también contribuyen al desarrollo de la agricultura orgánica (Isman, 2006).

### **Evolución de plaga en el cultivo *Ipomoea batata*.L**

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 (Echemendía, 2010; Vázquez, 2003, 2011; y Pozo, 2010).

Las plagas y pestes son el conjunto de anormalidades que ocurren durante el crecimiento y funcionamiento del cultivo causadas por agentes bióticos y abióticos. Esta definición incluye además de insectos, a las enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y aquellas causadas por factores como deficiencias nutricionales, salinidad y granizos (Bonifaz Paredes, 2010).

La disminución de los rendimientos debido a las plagas alcanza entre un 20 y 30 % en la mayoría de los cultivos, a pesar del incremento substancial en el uso de plaguicidas (cerca de 500 mil toneladas de ingrediente activo a nivel mundial) esto

es un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura (Altieri y Nicholls, 2000).

### **1.1 Metabolitos secundarios de los agaves**

Los metabolitos secundarios poseen una serie extensa de compuestos orgánicos que producen las plantas y que no participan de forma directa en el desarrollo y crecimiento de las mismas. Los metabolitos tienen diversas funciones en los vegetales entre los que destacan su uso contra la defensa de determinadas plagas y la atracción de agentes polinizadores (Tevini, Braun y Freser, 1996)

Los agaves contienen gran cantidad de metabolitos. Cada agave posee una fitoquímica y por lo tanto la presencia de los diversos metabolitos les confiere propiedades individuales (Sánchez, 1972)

También las saponinas esteroidales, son responsables de estos tipos de propiedades biológicas, como el caso de las aisladas de las hojas de *Agave attenuata* (var). las cuales fueron evaluadas sobre la inhibición de la permeabilidad capilar, como un primer estado de actividad antiinflamatoria (Pereira et al., 2002).

De la misma forma, la Furcreastatina; saponina esteroideal aislada de las hojas de *Furcraea foetida* (L.) presentó actividad citotóxica frente a células tumorales de ratón (Itabash et al., 2000).

Se pudo conocer que el contenido de sapogeninas en los *Agaves*, tiene un máximo en plantas de 12-13 años. También se determinó el contenido de hecogenina dentro de muestras de henequén que presentan abundantes concentraciones en las hojas maduras y son las más estudiadas, presentan actividad molusquicida bien documentada (Debnath et al., 2010, Hammuel et al., 2011, Almaraz et al., 2013).

#### **Biomoléculas con actividad insecticida.**

Compuestos fenólicos: Los compuestos fenólicos constituyen uno de los grupos más abundantes de biomoléculas presentes en frutas y verduras, son sustancias químicas que poseen un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilos incluyendo derivados funcionales (ésteres, metil ésteres, glicósidos, etc.) (Cartaza y Reynaldo, 2001). La naturaleza de los fenoles varía desde moléculas simples como los ácidos fenólicos hasta compuestos altamente polimerizados, como los taninos. Se encuentran en las plantas en forma conjugada con uno o más residuos de azúcar unidos a los grupos hidroxilos, aunque en algunos casos se pueden producir uniones directas entre una molécula de azúcar y un carbono aromático.

Por ello la forma más común de encontrarlos en la naturaleza es en forma de glicósidos, siendo solubles en agua y solventes orgánicos (Sang et al., 2002; Robbins, 2003; Proestos et al., 2005). Los flavonoides son los polifenoles más distribuidos en las plantas y constituyen el grupo más importante con más de 5000 compuestos (Hertog et al., 1992). Poseen bajo peso molecular debido a que comparten un esqueleto común de difenilpirano; comúnmente se encuentran como pigmentos en los vegetales, frutas y flores, biosintetizados a partir de fenilalanina y cuyo primer anillo es condensado por tres moléculas de malonil-CoA; se les conocen las mismas propiedades que a los fenoles (Merken et al., 2001).

**Los Triterpenos:** Los triterpenos son una familia que contienen 30 átomos de carbono, procedentes de la incorporación bisintética de 6 unidades de isoprenilo. Se han descrito provenientes de fuentes naturales, más de 40 triterpenos cíclicos con fórmula  $C_{30}H_{50}$ , alrededor de 150 con fórmula  $C_{30}H_{50}O$  y además numerosos compuestos relacionados (Dueñas 2005)

De estas estructuras se han extraído, con acetona, agua, alcohol, cloroformo, diclorometano y éter de petróleo, los siguientes compuestos: paraisina, cumarinas, azederacol, meliacarpina, meliacarpinina, Destacan principalmente, limonoide (triterpeno) con cualidades antialimentarias, y azadirachtina (triterpeno) (Pimentel, 1995; Carpinella et al., 2003).

## Las saponinas en los agaves

Las saponinas son sustancias que contienen en su estructura uno o más moléculas de azúcar de origen de la planta, es a lo que se denomina saponinas, son capaces de regular el crecimiento de muchas especies de insecto (Chaieb, 2010).

Entre los principales metabolitos secundarios aislados de la familia *Asparagaceae*, se encuentra las saponinas esteroidales que son las más frecuentes. Estos son glicósidos en los cuales varias unidades de monosacáridos se unen mediante enlaces glicosídicos a un resto denominado aglicón o sapogenina, de naturaleza esteroideal. Las sapogeninas esteroidales poseen un esqueleto base tetracíclico característico de los esteroides, con la particularidad de que la cadena lateral que se origina a partir de C-17 puede adoptar varias formas (Chaieb, 2010).

Las saponinas esteroidales son compuestos que poseen una estructura compleja, formada por un núcleo esteroideal hidrofóbico y una parte hidrofílica constituida por unidades de monosacáridos. Estas están ampliamente distribuidas en el reino vegetal y aunque en mayor o menor medida se encuentran en gran cantidad de plantas, son especialmente abundantes en algunas familias, entre ellas la *Asparagaceae*. Estos compuestos poseen como propiedades comunes la alta capacidad de formación de espumas en soluciones acuosas, su actividad hemolítica, ser tóxicas para los peces y la formación de complejos con el colesterol. Las saponinas tienen un amplio rango de actividades biológicas como son: su acción antimicótica, antiviral, anticáncer, hipolesterolémica, hipoglicaémica, antitrombótica, diurética, antiinflamatoria y molusquicida (Sparg et al., 2004; Guerra et al., 2008).

El género *Agave*, familia *Asparagaceae*, es rica en saponinas esteroidales, las cuales son un tipo de esteroideal glucósido ampliamente distribuido en las plantas. Tienen varias actividades biológicas y se utilizan en agentes empleados como fungicidas, insecticidas, agentes contra el cáncer, cosméticos, conservantes de alimentos y fertilizantes con efectos insecticidas y reforzadores del crecimiento.

También se utilizan para eliminar el colesterol de los productos lácteos y como suplemento alimentario para el ganado, en gallinas, para reducir el nivel de colesterol en los huevos y rebajar el olor a estiércol, estas son las diversas y múltiples utilizaciones de las saponinas (Guerra et al., 2008).

Se comprobó que las saponinas esteroidales obtenidas a partir de *Agave brittoniana* Trel. ssp. *Brachypus*, son efectivas contra un parásito de los humanos llamado *Trichomona vaginalis* Donné (Guerra et al., 2008), por otra parte identificaron cuatro nuevas saponinas esteroidales, pero no ha sido evaluada su acción insecticida (Macias et al., 2008).

También las saponinas esteroidales, son responsables de estos tipos de propiedades biológicas, tenemos el caso de las aisladas de las hojas de *Agave attenuata*, las cuales fueron evaluadas sobre la inhibición de la permeabilidad capilar, como un primer estado de actividad antiinflamatoria (Pereira et al, 2002). De la misma forma, la *Furcreastatina*; saponina esteroideal aislada de las hojas de *Furcraea foetida*, presentó actividad citotóxica frente a células tumorales de ratón (Itabash et al., 2000).

## **1.2 El género Agave, familia Asparagaceae.**

El género *Agave*, es derivado de una palabra griega que significa noble y que fue usada por Linneo en 1753, para designar un grupo de plantas que actualmente incluyen al henequén y otros agaves de fibras duras (Dewey, 1942). *Agavaceae* origen etimológico del nombre de la familia se refiere a la alta inflorescencia escamosa presente en *A. americana* (Freire, 2004).

El centro de origen y diversidad del género *Agave* está limitado a México sin embargo, después del siglo XVII, se distribuyen prácticamente por todas las áreas subtropicales del mundo, fundamentalmente con propósitos ornamentales (González et al, 2009).

Esta familia presenta 23 géneros y 637 especies. En la Argentina existen dos géneros y tres especies introducidas. Especies exóticas introducidas como *Agave*

americana, *Agave sisalana*, *Agave sp*, *Yucca aloifolia* *Yucca filamentosa*, *Yucca gloriosa* (Souza et al., 2010).

Dentro de la diversidad de especies de *Asparagaceae* se encuentran *Agave brittoniana* Trel y *Furcraea antillana* A. Álvarez. Algunos campesinos de la región central de Cuba siembran esta planta en los perímetros de varios cultivos de interés agrícola, ya que notaron que la misma posee propiedades capaces de repeler el ataque de ácaros, insectos y otras plagas; mientras que otros optaron por fumigar sus plantaciones con el jugo. Además de ser la más extensamente distribuida a lo largo de todo el país, no han estudiado desde el punto de vista fitoplaguicidas, por lo cual fueron colectadas como objeto de estudio para el presente trabajo (Castellanos L.; Fernández 2011).

Según Álvarez de Zayas quien realizó una revisión de las especies cubanas de *Furcraea*; existen en Cuba tres especies: *Furcraea hexapetala* (Jacq.) que abunda en la zona occidental, desde Pinar del Río hasta la parte central del país, *Furcraea tuberosa* (Mill.) que abunda en la zona oriental y *Furcraea antillana* A., la cual se encuentra en todo el archipiélago cubano (Álvarez de Zayas ,1996).

Las familia *Asparagaceae* está constituida por más de 480 especies, formando parte de los afloramientos más antiguos, que datan aproximadamente de hace 15 millones de años (Eguiarte et al, 2000). Éstas son nativas de América y se distribuyen desde Dakota del Norte (Estados Unidos) pasando a través de los Andes hasta Bolivia y Paraguay, incluyendo Centroamérica y las Antillas, siendo México donde mayor diversificación existe (Mendoza ,1995).

La mayor parte de las especies pertenecientes a esta familia se cultivan con fines ornamentales y una pocas para uso industrial, como ejemplo se tiene el *A. americana* y el *A. sisalana*, que son cultivadas principalmente en el sur de China para la industria de las fibras (Peng et al, 2006). Otra de las aplicaciones industriales de estas plantas es que son materia prima en la obtención de sapogeninas esteroideas, en concreto Hecogenina, la que es utilizada por la

industria farmacéutica en la producción de hormonas corticosteroides (Higgins ,1976).

### **Importancia económica del género Agave**

El uso de *Agave* es amplio, incluyendo la preservación del paisaje y la erosión del suelo, pero su mayor importancia económica recae sobre el principal producto extraído de las hojas del henequén, y el de mayor utilidad en la industria textil, que son sus fibras las cuales son utilizadas tanto en México como en Cuba, en la fabricación de sogas, jarcias, cordeles y otros productos (Robert et al., 1992) algunos autores consideran que la calidad de su fibra es inferior a la del sisal.

Como suplemento alimentario en gallinas, para reducir el nivel de colesterol en los huevos y rebajar el olor a estiércol, en la alimentación del ganado, se utiliza la pulpa procedente del desfibrado que proporciona al ganado hasta un 85% de materia seca en cada ración. Extracción de ceras para uso industrial. La cutícula de la hoja tiene hasta un 0.75 % de ceras en base a peso seco (Guerra et al., 2008).

Este cultivo ha establecido en la cultura agrícola cubana, hábitos y tradiciones que aportan muchos elementos valederos, pero que en muchos casos no están ajustados productivamente a las condiciones socioculturales de estos tiempos, siendo necesario enriquecer el cultivo con mejores plantaciones, más estables y mejor calidad de hojas para fibras (Castillo, 2009).

Las saponinas esteroidales obtenidas a partir de *Agave brittoniana* Trel. ssp. *Brachypus*, son efectivas contra un parásito de los humanos llamado *Trichomona vaginalis* Donné (Guerra et al., 2008) por otra parte identificaron cuatro nuevas saponinas esteroidales, pero no ha sido evaluada su acción insecticida (Macías et al., 2007).

El extracto natural de *Furcraea antillana* A. Álvarez se obtienen efectividades técnicas sobre *Myzus persicae* Sulzer superiores al 73 % “*in vitro*” y 71 % en

condiciones de campo y contra *Polyphagotarsonemus latus* Banks de 70 % y 62 % respectivamente (Castellanos et al., 2011).

Los extractos etanólicos acuosos de *Furcraea antillana* A. Álvarez presentan actividad insecticida sobre áfidos *Myzus persicae* (Sulzer), debido a la presencia de saponinas (Castellanos et al., 2011).

En *Furcraea antillana* A. Álvarez se identifica también a la saponina esteroideal Furcroestatina, que resulta la más abundante (Pérez, 2010). El extracto de *F. antillana* al 25 % resulta efectivo en condiciones de laboratorio y campo para el control de la polilla de la col (*P. xylostella*) (Sobrino et al., 2016).

En Cuba estudios realizados con *Agave legrelliana*, perteneciente a la familia Asparagaceae han demostrado la actividad molusquicida de *Agave legrelliana*, *Agave fourcroydes* y *Agave franzosinii* sobre *Biomphalaria havanensis*, hospedero intermediario de esquistosomiasis. Estos autores determinaron que el extracto acuoso de *A. fourcroydes* influye en la disminución de la frecuencia de los latidos del corazón (Ferrer et al., 1993; Ferrer y Díaz, 1994).

En estudios realizados con especies de *Agave* presentaron un orden de toxicidad: *Agave americana* L., *Furcraea andina* Trel y *Sapindus saponaria* L., el extracto acuoso de *A. americana* presentó los mejores efectos molusquicidas sobre *Melanoides tuberculata* (Thiaridae) en comparación a las otras dos plantas empleadas (Lannacone et al, 2013).

### **Diferentes Usos de las Asparagaceae.**

El estudio del género *Agave*, se encuentra representado prácticamente por las secciones *Rigidae*, (Enciclopedia) las cuales son cultivadas en gran medida para diversos propósitos como son: la obtención de bebidas alcohólicas como el tequila y el mezcal; la obtención de fibras naturales de gran resistencia La obtención de compuestos esteroidales y otros de uso medicinal y agrícola (Ruvalcaba-Ruiz, 2002).

Desde tiempos muy antiguos en México, se ha considerado que estas plantas tienen propiedades medicinales, sobre todo dentro de la medicina

indígena, es utilizada para tratar procesos inflamatorios, artritis y fiebre. Las pencas machacadas y aplicadas en cataplasma provocan supuración; sirve también para desalojar los piojos de las bestias; las infusión de raíz es depurativa y mezclada con raíces de zarzaparrilla se dice que tiene valor curativo (Ortega, 2002).

Las hojas de estas plantas, en forma de cocimientos, son utilizadas tradicionalmente por una parte de la población cubana, en la cura de enfermedades parasitarias (Roig, 1974). También existe reportes en la bibliografía de especies de *Agave* que tienen propiedades curativas tal es el caso del *Agave americana* L. que es utilizada en la India como diurético, antisifilítico, laxante, emenagogo (provoca la evacuación menstrual de las mujeres) y antiescorbútico (Pérez, 2011).

En la medicina folclórica china estas plantas son empleadas en el tratamiento de escabiosis (sarna), tumores, disentería y como insecticidas. De igual forma, en las islas Bahamas, el vástago central de *Agave sisalana* es hervido con sal y la decocción se utiliza como remedio para la ictericia. El jugo de las hojas de algunas de estas plantas también es utilizado en el tratamiento de úlceras y la decocción de las raíces como diurético; ejemplo de ello, es el cocimiento de raíces de *Furcraea gigantea*, tomado en Brasil como un remedio efectivo para enfermedades venéreas (Pérez, 2011).

La fibra es utilizada principalmente para la confección de sacos o costales para el empaquetamiento de granos como el café, también son utilizadas para la elaboración de ocho artículos como alpargatas, colchones, cordelería y tapetes. Las plantas jóvenes son utilizadas para preparar un encurtido; se hierven para quitar lo mucilaginoso y posteriormente se agrega agua, sal y vinagre. Finalmente el zumo de las hojas es utilizado por las lavanderas para el lavado de la ropa delicada (Ortega, 2002).

Estudios previos de estas plantas *F. antillana* y *A. brittoniana* han dado a conocer que entre sus metabolitos secundarios fundamentales se encuentran en mayor proporción las saponinas esteroidales y dentro de estas, destaca la saponina (Furcreastatina) en *F. antillana* y la sapogenina (Yucagenina) en *A. brittoniana* por estar en mayor proporción (Guerra, 2005, Pérez, 2011).

### **Características botánicas del género agave**

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 seis 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 exentos, ovario 3-locular, estigma 3-lobulados, con semillas muy numerosas, negras y aplanadas (Roig, 1974)

### **Características botánicas de las hojas de *F. antillana* A**

El género *Furcraea* fue descubierto por Ventenat en 1793 a partir de la segregación de dos de las especies conocidas de *Agave* de aquella época: *Agave foetida* L. (Linné, 1753) y *Agave hexapetala* Jacq. (Jacquin, 1760). La separación de *Furcraea* se basó en la existencia de un tubo perigonal brevísimo o ausente, por tanto, los segmentos del perianto casi libres, de filamentos insertos y basalmente dilatados y de un estilo engrosado en su base y trígono (Álvarez de Zayas, 1996)(Guillot Ortiz, 2010).

Tabla I. Clasificación taxonómica de la *Furcraea antillana* A

*Furcraea antillana* A

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Liliidae</i>
Orden	<i>Asparagales</i>
Familia	<i>Asparagaceae</i>
Género	<i>Furcraea</i>
Subgénero	<i>Furcraea</i>
Sección	Rigidae
Especie	<i>Furcraea antillana</i>

Posee hojas con aspecto carnosos de 100 a 200 cm de longitud y aproximadamente 8 a 15 cm de ancho, con espinas o dientes marginales fuertemente retroflexos, de color amarillo a castaño. (Ver anexo 1)

### **Características botánicas de las hojas de *A. brittoniana*.**

El *Agave brittoniana* Trel. es de las especies de *Agave*, crece en la región central de la isla de donde es endémica y cuenta con dos subespecies, el *A. brittoniana* T. ssp. *Spirituanay* y el *A. brittoniana* T.ssp. *Brachypus*. 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 la 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 (Álvarez, 1995), (León, 1946). (Ver anexo 2)

Tabla II. Clasificación taxonómica de *A. brittoniana*

*Agave brittoniana* Trel

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Liliidae</i>
Orden	<i>Asparagales</i>
Familia	<i>Asparagaceae</i>
Género	<i>Agave</i>
Subgénero	<i>Agave</i>
Sección	<i>Rigidae</i>
Especie	<i>Agave brittoniana</i>

### **Propiedades fitoplaguicidas de la familia Asparagaceae**

Estudio sobre las plantas fitoplaguicidas y/o repelentes en la provincia de Cienfuegos arrojó que en el municipio de Abreus se emplea por los agricultores una planta conocida por maguey (*Furcraea antillana* A.), a la cual le atribuyen efecto insecticida contra plagas como *Lissorhoptrus brevisrostris* Suffrian (picudito acuático de arroz), *Cosmopolites sordidus* Germar (picudo negro del plátano), y diferentes especies de áfidos (Ortega, 2008).

El extracto natural de *F. antillana* se obtienen efectividades técnicas sobre *Myzus persicae* Sulzer superiores al 73 % “*in vitro*” y 71 % en condiciones de campo y contra *Polyphagotarsonemus latus* Banks de 70 % y 62 % respectivamente (Castellanos et al., 2011).

Los extractos etanólicos acuosos de *F. antillana* presentan actividad insecticida sobre áfidos *Myzus persicae* (Sulzer), debido a la presencia de saponinas (Castellanos et al., 2011).

En *F. antillana* se identifica también a la saponina esteroideal Furcroestatina, que resulta la más abundante (Pérez 2010). El extracto de *F. antillana* al 25 % resulta efectivo en condiciones de laboratorio y campo para el control de la polilla de la col (*P. xylostella* Linnaeu) (Sobrino et al., 2016).

Se demostró la actividad molusquicida de *Agave legrelliana*, *Agave fourcroydes* y *Agave franzosinii* sobre *Biomphalaria havanensis*, hospedero intermedia rio de esquistosomiasis (Ferrer y Díaz ,1994)

En Cuba estudios realizados con *Agave legrelliana*, perteneciente a la familia Asparagaceae han demostrado la actividad molusquicida de *Agave legrelliana*, *Agave fourcroydes* y *Agave franzosinii* sobre *Biomphalaria havanensis*, hospedero intermediario de esquistosomiasis (Ferrer et al., 1993; Ferrer y Díaz, 1994).

Las saponinas esteroidales obtenidas a partir de *Agave brittoniana* Trel. ssp. *Brachypus*, son efectivas contra un parásito de los humanos llamado *Trichomona vaginalis* Donné (Guerra et al., 2008). Por otra parte se identificaron cuatro nuevas saponinas esteroidales, pero no ha sido evaluada su acción insecticida (Macías et al., 2007).

### **1.3 El cultivo del boniato. Importancia.**

Este tubérculo, de la familia de las *Convolvulaceae*, constituye la vianda más cultivada en Cuba, tanto en áreas con riego como en secano. Su ciclo vegetativo oscila entre 120 y 180 días dependiendo de la variedad (MINAGRI, 2007).

El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) es uno de los cultivos más conocido en el mundo, ya que se consume en más de 100 países, casi todos enclavados en la faja tropical del planeta, aunque el 95% de la producción mundial es cosechada en países en vías de desarrollo. Es el quinto en importancia después del arroz, trigo, maíz, y la yuca, con una producción anual que supera los 135 millones de toneladas Sin embargo, en los últimos años la producción de boniato en algunos países se ha mantenido constante y en muchos otros ha disminuido (FAO, 2009).

El boniato ha ido cobrando en los últimos años mayor importancia sobre todo por su potencialidad en la alimentación animal, principalmente en la alimentación de cerdos. En el año 2008 la superficie cultivada fue de 8 177 865 ha (FAOSTAT, 2010).

El boniato es uno de los alimentos más importantes en Cuba, con alrededor de 60 000 hectárea (ha) que se plantan cada año. Una de las mayores limitantes en la producción del boniato son las pérdidas causadas por los insectos principalmente por el tetuán del boniato. Los daños que produce, han provocado una disminución de las áreas plantadas de boniato en la mayoría de las provincias más afectadas. A pesar de esta disminución y un cambio notable hacia otros cultivos, motivado por el valor del mercado, el boniato sigue siendo un cultivo importante y se considera vital en la dieta humana (Alcázar y Cisneros (2001).

La producción anual de boniato en Cuba se estima en 350 000 toneladas, de las cuales el 68% es producido por las granjas estatales; el 21% por productores individuales y 11% por las cooperativas de producción agropecuaria (CPA). Este volumen de producción garantiza el promedio de consumo per cápita de 32kg anuales (MINAG, 2008)

El 95% de las áreas plantadas de esta raíz están en 82 países en desarrollo de ellos África se plantan en 36 países, en Asia 22 y en América Latina 24, figurando en 40 de ellos entre los cinco cultivos alimenticios de mayor importancia. La producción es de 124 millones de toneladas, de las cuales China es el mayor productor con el 90% (Clark y Moyer, 1991; Ruíz, 2004).

La importancia del cultivo del boniato ha trascendido tanto, que en los últimos años diversos congresos y eventos internacionales han estado dirigidos a discutir y divulgar sus bondades nutricionales y ventajas comparativas como alimento humano y animal. Es muy empleado en la alimentación humana y del ganado y como materia prima en la industria de la pastelería y repostería, incluso para la obtención de bebidas alcohólicas, dada su riqueza en sustancias amiláceas y azucaradas. Es un cultivo muy interesante por sus escasas exigencias, por sus pocos problemas de cultivo y por la posibilidad de ofrecer buenos rendimientos en terrenos de mediana calidad o poco preparados (Rosset y Bourque, 2001).

Según Rodríguez, este es uno de los cultivos alimenticios más importantes, versátiles y sobrexplotados en el mundo. Este autor expresa que la importancia de este como alimento viene dado por su valor energético ya que los carbohidratos en la raíz representan generalmente entre el 80% y 90% de su peso seco, fundamentalmente en forma de almidón. Tiene un enorme potencial como proveedor de energía, vitaminas, fibra y minerales, pero también por sus propiedades funcionales (prevención de enfermedades); sin embargo, no es totalmente aprovechado. (Rodríguez, 2001),

Por otra parte, Pineda expresó que este contiene altas cantidades de almidón, que proporciona energía, y abundantes vitaminas, fibra (celulosa y pectinas) y minerales, superando a todas las hortalizas. Recientes investigaciones indicaron que el boniato posee propiedades funcionales, lo que significa que posee compuestos con potencial para la prevención de enfermedades como cáncer, afecciones cardíacas y cerebro vasculares. (Pineda, 2006)

Con el creciente interés de los consumidores de acceder a productos sanos y saludables, el boniato aparece como una alternativa, que debe ser redescubierta por el consumidor. Por el contrario, el follaje es más bien una fuente proteica con 18 a 18,5% de este nutriente base seca, el nivel de fibra es muy variable y está muy determinado por la edad del follaje, es también una fuente de vitaminas y minerales (Mora, 2008).

#### **1.4 *Cylas formicarius* Fabricius (Coleóptera: Apionidae), características generales**

*Cylas formicarius* Fabricius, constituye una plaga muy dañina y es diseminada en el cultivo del boniato por todo el territorio nacional. El adulto es un picudo en forma de hormiga, brillante, con cuerpo delgado, tiene más o menos 6 mm de largo, la cabeza y los élitros de color azul-negruzco con visos metálicos, siendo rojizas las patas, el protórax y la maza antenal.

Los adultos suelen ser atraídos por la luz, los huevos son de forma ovalada y de color blanco amarillento, se alimentan de cualquier parte de la planta (hoja, esquejes, tallos y raíces tuberosas), las larvas se alimentan del tallo o tubérculo, donde abren galerías en el bejuco y tubérculo pasando ahí su estado pupal de 7 a 10 días, después sale el adulto abriéndose paso hacia el exterior (Rodríguez y Gómez, 2007).

El método de control de esta plaga está fundamentado en un manejo integrado por medidas agrotécnicas, culturales, biológico - químicos (Martínez et al., 2007)(Ver anexo 3)

El daño fundamentalmente lo causan las larvas, atacando tanto el bejuco como a los tubérculos. En estos últimos producen perforaciones y con sus excretas y la posterior contaminación por bacterias les dan un sabor característico muy desagradable, lo cual los hace inservibles para el consumo. Causan los mayores daños en invierno, en los periodos de sequía aprovechando las grietas del suelo (MINAGRI, 2007).

Este insecto está presente en todas las provincias del país, causando daños en un 45% en ausencia de adecuadas medidas de control (Anselm, 2002).

La producción de boniato a nivel mundial está severamente limitada por el ataque de muchas plagas, por lo que se necesitan técnicas de manejo integrado para este cultivo (Jackson *et al.*, 2003)

## **Capítulo 2: Materiales y métodos**

La presente investigación se realizó en un local de la Estación Territorial de Protección de plantas Yaguaramas del municipio Abreus provincia de Cienfuegos en el período comprendido enero - marzo del 2017, con dos ensayos de laboratorio. Se evaluó por contacto el control del jugo vegetal de dos plantas de la familia *Asparagaceae* *Furcraea antillana* A. y *Agave brittoniana* T. contra *Cylas formicarius* Fabricius.

Se realizó tamizaje fitoquímico en el laboratorio de Química de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central “Marta Abreus” de Las Villas con la norma Ramal del Ministerio de Salud Pública (MINSAP, 2014).

### **-Tamizaje fitoquímico de *Agave brittoniana***

El material vegetal (hojas) de *A. brittoniana* se colectó en las inmediaciones de la zona protegida “Cubanacán”, en las afueras de la ciudad de Santa Clara.

Para la obtención del jugo de ambas plantas en estudio fueron utilizadas las hojas maduras de la parte inferior de las plantas pertenecientes a ejemplares de más de cinco años de edad y de 1m de altura; mediante un trapiche manual (molino utilizado para extraer el jugo del tallo de la caña de azúcar).Se obtuvo 1L del jugo.

### **Descripción de los ensayos**

La experiencia se realizó en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, luego se tomaron alícuotas de 1 mL y se les aplicó la técnica de tamizaje fitoquímico establecida por la norma número nueve del MINSAP (1998) de acuerdo al tipo de solvente de extracción, se le realizó a cada extracto aquellos ensayos específicos para los metabolitos secundarios que de acuerdo a su solubilidad podían haber sido extraídos en cada solvente.

Para la determinación de los metabolitos secundarios se utilizó la metodología descrita por (Vicen, 2015)

### **1-Prueba para reconocer en un extracto la presencia de alcaloides.**

**Procedimiento:** La alícuota disuelta en un solvente orgánico, se evaporó en baño María de agua y el residuo se redisolvió en 1mL de HCl (1%). Si por el contrario el extracto es acuoso a la alícuota de ensayo se le añadió una gota de ácido clorhídrico concentrado, se calentó suavemente y se dejó enfriar hasta acidez. A ambas soluciones acuosas ácida se le añadió 3 gotas del reactivo de Drangerdorf.

### **2-Prueba para reconocer en un extracto la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, en particular coumarinas, aunque otros compuestos lactónicos pueden dar positivo al ensayo.**

**Procedimiento:** La alícuota del extracto no se encontraba en alcohol, se evaporó el solvente en baño de agua y redisolvió en la menor cantidad de alcohol (1mL). En estas condiciones se adicionó 1mL de reactivo.

### **3-Prueba para reconocer la presencia de quinonas.**

**Procedimiento:** La alícuota disuelta en cloroformo, se evaporó el solvente en baño María de agua y el residuo se redisolvió en 1mL de cloroformo, se adicionó 1mL del reactivo. Se agitó mezclando las fases y se dejó en reposo hasta su ulterior separación.

### **4-Prueba para reconocer la presencia de triterpenos y/o esteroides, por ambos tipos de productos poseer un núcleo de androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6.**

**Procedimiento:** la alícuota se encontraba en cloroformo, se evaporó el solvente en baño María de agua y el residuo se redisolvió en 1mL de cloroformo. Se

adicionó 1mL de anhídrido acético y se mezcló bien. Por la pared del tubo se dejó correr 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar.

#### **5-Prueba para reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores.**

**Procedimiento:** la alícuota del extracto se encontraba en agua se evaporó el solvente en baño María de agua y el residuo se redisolvió en 1-2mL de agua. Se adicionó 2mL del reactivo A+ B recién preparado y se calentó en baño de agua de 5-10 min.

#### **6-Prueba para reconocer la presencia de saponinas, tanto del tipo esteroideal como triterpénicas.**

**Procedimiento:** la alícuota se encontraba en etanol, se diluyó en 5 veces su volumen en agua y se agitó la mezcla fuertemente durante 5-10min

#### **7-Prueba para reconocer la presencia de compuestos taninos.**

**Procedimiento:** la alícuota acuosa se le añadió acetato de sodio para neutralizar y 3 gotas de la solución reactiva.

#### **8-Prueba para reconocer la presencia de flavonoides en el jugo del vegetal.**

**Procedimiento:** A un mililitro del extracto disuelto en etanol, se le adicionó un pedacito de cinta de magnesio metálica. Se añadió 0.5 mL de ácido clorhídrico concentrado gota a gota. Después de la reacción se esperaron 5 min hasta la aparición del color.

- el extracto se encontraba en agua, se procedió a la adición del ácido clorhídrico concentrado y se añadió 1mL de alcohol amílico, se mezclaron las fases y se dejó reposar hasta que las mismas se separaron.

## **9-Prueba para reconocer la presencia de aminoácidos libres o de aminas en general.**

**Procedimiento:** La alícuota del extracto en alcohol se mezcló con 2mL de la solución de ninhidrina al 2%. La mezcla se calentó durante 10 min en baño María de agua.

## **10-Prueba para reconocer la presencia de mucilagos en un extracto la presencia de estas estructuras tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa, que aumenta la densidad del agua donde se extrae.**

**Procedimiento:** Una alícuota del extracto en agua se enfrió a 0-5 °C durante 15 min.

El contenido de metabolitos secundarios se determinó de manera cualitativa a través de sistemas no paramétricos de cruces.

Contenidos: **(+++ alto, ++moderado, + bajo, - ausencia)**

## **Determinar la eficacia técnica del jugo vegetal de *F. antillana* y *A. brittoniana* sobre *C. formicarius* en condiciones “in vitro”.**

### **Material vegetal**

El material vegetal de *F. antillana* (hojas) fue colectado en zonas limítrofes de Cienfuegos – Matanzas.

### **Recolección del insecto**

El tetuan (*C. formicarius*) se colectó de un campo de boniato del cultivar: (Avileño 1) de 45 días de plantada en la Cooperativa de Producción Agropecuaria 28 de enero de la Empresa Agropecuaria Horquita, Municipio Abreus, donde no se habían realizado tratamientos químicos ni biológicos. Estos se mantuvieron en el

laboratorio de la Estación de Protección de Plantas Yaguaramas donde fueron criados los insectos según la metodología establecida. (Díaz, 1980).

### **Obtención del jugo vegetal de *Furcraea antillana* A y *Agave brittoniana***

Para la obtención del jugo de ambas plantas en estudio fueron utilizadas las hojas maduras de la parte inferior de las plantas que según Guerra (2008) son las que tienen mayor concentración de saponinas. Estas se recolectaron de ejemplares de más de cinco años de edad y de 1m de altura; mediante un trapiche manual (molino utilizado para extraer el jugo del tallo de la caña de azúcar). (Ver anexo 5)

### **Procedimiento del ensayo**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado contando con cinco tratamientos: Cuatro concentraciones del jugo de cada planta y un tratamiento control (0, 12,5%, 25%, 50% y 100%). Las aspersiones se realizaron con un aspersor manual sobre los insectos en las placas Petri, estos estuvieron sin el alimento aproximadamente media hora y seguidamente se les colocó el alimento. Para ambos ensayos a las 24, 48, 72 y 96 horas posteriores al tratamiento se evaluaron los niveles poblacionales de la plaga.

### **Procesamiento de los datos**

Se determinó la eficacia técnica de cada tratamiento empleando la fórmula Henderson- Tilton (Ciba Geygi, 1981).

$$\% \text{ Eficacia} = 1 - \left( \frac{Td}{Ta} \times \frac{Ca}{Cd} \right) \times 100$$

Donde Ta: individuos vivos antes del tratamiento.

Td: Individuos vivos después del tratamiento.

Ca: testigos antes del tratamiento.

Cd: testigos después del tratamiento.

Se realizó un análisis de varianza con los datos de porcentaje de eficacia técnica, los cuales fueron transformados en  $(2 \arcsin \sqrt{p})$  (Lerch, 1977). Las medias se compararon por el test de Tukey ( $P < 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 21.

### Capítulo 3: Resultados y discusión

#### Tamizaje fitoquímico

Luego de la obtención del jugo de *Agave brittoniana* se realizó el ensayo (Tabla 1) utilizando la Norma Ramal (2014)

**Tabla 1.** Tamizaje fotoquímico de *Agave brittoniana*

<b>Nro.</b>	<b>Ensayos</b>	<b>Metabolitos</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
1	Dragendorff	Alcaloides	-
2	Nihidrina	Aminoácidos libres	+++
3	Baljat	Cumarinas lactona	-
4	Espumas	Saponinas	++++
5	Shinoda	Flavonoides	+
6	Fehling	Azúcares reductores	+++
7	Cloruro de hierro (III)	Fenoles y taninos	-
8	Mucílago	Enfriamiento	
9	Borntrager	Quinonas	-
10	Liebermann-Burchard	Triterpenos y esteroides	+

Se demuestran en estos resultados mayor representación de las saponinas destacándose los esteroidales representadas por el color azul fuerte y también azúcares reductores, seguido de Flavonoides y triterpenos todos con acción insecticida, con ausencia de quinina, fenoles y taninos, cumarinas, que no poseen acción insecticida.

La actividad insecticida de monoterpenos polihalogenados ha sido demostrada contra insectos ([www.insectariumvirtual.com](http://www.insectariumvirtual.com))

La actividad insecticida de las saponinas se basa en tres mecanismos distintos: interferencia con la conducta de alimentación, entomotoxicidad (diversas formas de toxicidad crónica, tales como reducción de la fertilidad en hembras y reducción de la tasa de eclosión de huevos, observables en muchas especies de insectos) y regulación del crecimiento (las investigaciones demuestran que las saponinas son capaces de regular el crecimiento de muchas especies de insectos) (Chaieb, 2010)

Los flavonoides fueron reportado con actividad insecticida (Morimoto *et al.*, 2000, 2003)

Fernández comprueba que las saponinas que poseen los extractos de *Furcraea antillana* son los responsables de efecto sobre áfidos y ácaros fitófagos (Fernández, 2009).

Este resultado coincide con el realizado por Pérez en estudios fitoquímico de *F. antillana* donde se comprobó que la planta tiene mayor concentración de saponinas en hojas destaca las esteroidales (Pérez, 2011).

Castellanos demuestra la actividad insecticida sobre áfidos *Myzus persicae* (Sulzer) de los extractos etanólicos acuosos de *F. antillana* debido a la presencia de saponinas (Castellanos et al., 2011).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Cáceres, 2017) de *A fourcroydes* donde se comprueban que tienen eficacia insecticida planta de la misma familia, destacándose las saponinas y triterpenos y/o esteroides.

### 3.2 Determinar la eficacia técnica del jugo vegetal de *Furcraea antillana* A. Álvarez sobre *Cylas formicarius* Fabricius en condiciones “in vitro”.

El jugo de *F. antillana* contra *C. formicarius* a 24, 48,72 y 96 horas de exposición, aumenta su eficacia a las 72 y 96 horas en todas las concentraciones estudiadas logrando resultados positivos.

**Tabla 2.** Eficacia por contacto del jugo de *F. antillana* a diferentes concentraciones contra *C. formicarius* (“in vitro”).

Concentraciones (%)	24 h		48h		72 h		96 h	
	Eficacia %	2arcsen $\sqrt{\%/100}$						
	0	0,06 d	0	0,06 e	0	0,06 d	0	0,06 d
12,5	51,0	1,59 c	56,0	1,69 d	62,0	1,82 c	63,0	1,84 c
25	58,0	1,74 b	62,0	1,82 c	65,0	1,87 bc	67,0	1,93 c
50	66,0	1,90 a	68,0	1,95 b	72,0	2,03 ab	78,0	2,18 b
100	68,0	1,95 a	73,0	2,06 a	77,0	2,15 a	87,0	2,42 a
Error típico •		0,16		0,17		0,17		0,19
CV ( % )		4,1		2,0		5,6		4,1

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

El jugo de *F. antillana* desde las 24h, en todas las concentraciones, los insectos comienzan a morir, aunque no alcanzan todas el umbral establecido por Sanidad Vegetal logran valores superiores de eficacia que el tratamiento control.

A las 24 horas de iniciada las evaluaciones en condiciones de laboratorio muestran que a concentraciones de 12.5 y 25 % alcanzó 51 y 59 % de eficacia, no existiendo estadísticamente diferencias entre ambas concentraciones. Mientras que al 50 y al 100% de concentración se obtuvo eficacia técnica del 70%, diferenciándose estadísticamente con las dos primeras concentraciones. En las evaluaciones realizadas a las 48 horas estadísticamente se mantienen estos resultados, pero la eficacia técnica a concentraciones de 12.5 y 25 % aumentan a 56 y 62%, mientras que a 50 y 100% de concentración alcanza valores de 74 y 80%.

A las 72 horas en las concentraciones de 12.5 y 25 % la eficacia técnica se incrementó a 62 y 65 % aunque sin diferencia estadística, mientras que a la concentración de 50%, la eficacia tenía valor de 75% diferenciándose estadísticamente con 82% obtenida en la concentración del 100% del jugo manteniéndose las diferencias estadísticas en las evaluaciones realizadas a las 96 horas.

Estos resultados se consideraron alentadores ya que sobrepasaron el valor de 70 % de eficacia, umbral establecido por Sanidad Vegetal (CNSV, 2014) como mínimo adecuado para un plaguicida químico, coincidiendo con, Fernández, (2009), Iannacone, (2013) y Sobrino et al, (2016) mientras que el obtenido por Tarqui (2007) fue del 69 % y éste autor lo consideró como aceptable para medios no químicos.

El presente resultado ofrece la posibilidad de un nuevo uso del extracto de la planta como alternativa local para esta plaga en la Empresa Horquita y también

para otras áreas del país donde abunde esta planta que según (Álvarez de Zayas ,1996) en la parte occidental de Cuba. Los presentes resultados enriquecen los informes realizados sobre los usos de *F. antillana* abriendo nuevas perspectivas para la explotación sostenible de esta especie de planta (Roig 1988) y (Álvarez de Zayas ,1996) (Fernández ,2009) y (Pérez, 2011)

El empleo por los agricultores de *F. antillana* con fines fitosanitarios no puede considerarse casual, ni tampoco la efectividad comprobada en laboratorio de los extractos de esta planta, contra áfidos como (*M. persicae* ) y ácaro blanco (*P. latus*) (Castellanos et al, 2011) además se conoce por la literatura que en la familia Asparagaceae donde está ubicado el género *Furcraea* se encuentran muchas especies de plantas que producen saponinas que tienen usos fitosanitarios como la *Furcreastatina* (Pérez, 2011).

**Determinar la eficacia técnica del jugo vegetal en condiciones “in vitro” de *Agave brittoniana* Trel sobre *Cylas formicarius* Fabricius.**

Se demuestra en la tabla 3 la eficacia técnica del jugo de *A. brittoniana* contra *C. formicarius* a 24, 48, 72 y 96 horas de exposición, se evidencia un efecto marcado desde las 48, 72 y 96 horas, el cual aumenta su eficacia en todas las concentraciones estudiadas se logran resultados positivos.

**Tabla 3.** Eficacia por contacto del jugo de *A. brittoniana* a diferentes concentraciones contra *C. formicarius* (“in vitro”).

Concentraciones (%)	Tiempo de exposición							
	24 h		48 h		72 h		96 h	
	Eficacia %*	M. T **	Eficacia %*	M.T **	Eficacia %*	M.T **	Eficacia %*	M.T **
12,5	55	1,69 a	61	1,85 a	68	1,95 a	75	2,15 a

25	62	1,82 a	68	1,98 a	70	2,21 b	77	2,31a
50	68	2,18 b	72	2,38 b	77	2,59 c	90	2,75 b
100	73	2,46 c	76	3,02 c	82	3,14 d	95	3,14 c
Error típico ♦		0,0706		0,1093		0,1051		0,0939
CV ( % )		0,19		0,82		0,48		0,81

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

El jugo de *A. brittoniana* desde las 24h, en todas las concentraciones, los insectos comienzan a morir, aunque no alcanzan todas el umbral establecido por Sanidad Vegetal logran valores superiores de eficacia que el tratamiento control.

Al analizar la eficacia técnica del jugo de *A. brittoniana* sobre *C. formicarius* de las diferentes concentraciones en estudio a las 24 horas de iniciada las evaluaciones en condiciones de laboratorio muestran que las concentraciones de 12.5 y 25 % alcanzó 57 y 63 % de eficacia, no existiendo estadísticamente diferencias entre ambas concentraciones. Mientras que al 50 y al 100% de concentración se obtuvo eficacia técnica de 79 y 89 %; se diferencian estadísticamente entre ellas y con las dos primeras concentraciones. En las evaluaciones realizadas a las 48 horas estadísticamente se mantuvieron estos resultados, pero las eficacias técnicas aumentan a 64, 70, 86 y 99 % respectivamente.

A las 72 horas se originaron diferencias estadísticas entre las eficacias técnicas logradas de las concentraciones en estudios, con valor de 69, 80,93 y 100 %. Continuaron se incrementó las eficacias técnicas diferentes de 100 % a las 96

horas, pero estadísticamente solo se diferencian las obtenidas de las concentraciones 25, 50 y 100 %.

Los presentes resultados enriquecen los informes realizados Roig (1988) y Álvarez de Zayas (1996), Guerra (2008) Fernández (2009), Pérez (2011) y Iannacone (2013) sobre los usos de los agaves abriendo nuevas perspectivas para la explotación sostenible de esta especie de planta.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Guerra, 2008), donde se evaluó la actividad antiparasitaria del “crudo de saponinas” y las fracciones de ella obtenidas mediante ensayos “*in vitro*” de miracidios y estado adulto de *Fasciola hepatica*, contra *Trichomonas vaginalis* y *Tripanosoma cruzi*.

También coinciden los resultados en el control insecticida de *Agave americana* y *Furcraea andina* contra *Culex quinquefasciatus* a. (diptera) y *Heleobia cumingii* (mollusca) (Iannacone, 2013)

Esto se debe a que las plantas de la familia Agavaceae poseen saponinas esteroidales en altas concentraciones a las que se le atribuyen actividad molusquicidas, insecticida (Alfonso, 2002; Debnath et al, 2010; Hammuel, 2011; Osman, 2011; Almaraz-Abarca, 2013).

Estudios realizados por Fernández y Castellanos señalan que con el extracto natural de *Furcraea antillana* A se obtienen efectividades técnicas sobre *Myzus persicae* Sulzer superiores al 73 % “*in vitro*”, 71 % en condiciones de campo y contra *Polyphagotarsonemus latus* Banks al 70 % y 62 % respectivamente. Así como resultados obtenidos por Sobrino et al, 2016 en el control de *Plutella sylostellas* logrando efectividad por encima de 60 % desde las 24 horas en el cultivo de la col (Fernández, 2009 y Castellanos et al, 2011)

También se realizaron estudios por parte de Pérez obteniendo valores de mortalidad por encima del 62.50% de eficacia a partir del 3 día para dosis 10%,12.5% y 15%. (Pérez, 2017)

## **Conclusiones**

1. El estudio fitoquímico realizado comprueba que en *F. antillana* la mayor concentración que tiene son las saponinas y dentro de las saponinas las esteroidales.
2. El jugo de la especie *F. antillana* y *A. brittoniana* aumenta su eficacia en *C. formicarius*, mayor o igual concentración de 12.5% a las de 72 horas.
3. El jugo de *F. antillana* logra resultados mayores con un 62 a 77% de eficacia en todas las concentraciones en *A. brittoniana* a las 48 horas los valores oscilan desde 61 a 76 %, lo que constituyen buenos candidatos para ser utilizados en el manejo de esta plaga.

**Recomendaciones**

1. Realizar pruebas de campo para evaluar la eficacia técnica del jugo vegetal para ambas especies.
2. Manejar la conservación "*in situ*" de estas especies.

## Bibliografías

- Agrawal, P. K. & Jain, D. C (1985). Carbon-13 NMR spectroscopy of steroidal sapogenins and steroidal saponins. *Phytochemistry*, 24(12), 79-96.
- Alfonso, M, & Avilés, R. (2002). Los plaguicidas botánicos y su importancia en la Agricultura Orgánica.
- Álvarez de Zayas, A. (1996). El género *Furcraea* (*Agavaceae*) en Cuba. *Anales Institución Biológica*, 67(2), 329-46.
- Anselm, R. (2002). *Efectividad de Heterorhabditis bacteriophora Poinar (cepa HCl) sobre Cylasformicarius var. Elegantulus (Summer)* (Trabajo de Diploma). Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Honduras.
- Carpinela, C y Defago, T. (2003). Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (*Meliaceae*) with potential use for pest management. *J. Agric. & Food Chem*, 25(2), 50-51
- Castellanos, L. (2006). Los extractos vegetales en el manejo de plagas. Presented at the Conferencia de la Maestría de Agricultura Sostenible. CETAS, Universidad de Cienfuegos.
- Castellanos, L. G, & Fernández; A.V. (2011). Efectividad del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre *Polyphagotarsonemus latus* Banks en condiciones de laboratorio. *Protección Vegetal*, 26(2), 25-26
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal. (2011). *Manual del Inspector de Protección de Plantas*. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal. (2016). *Listado oficial de plaguicidas autorizados para la República de Cuba*. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal.
- Chaieb, I. (2010). Saponins as Insecticides: a Review Ikbal Chaieb, Laboratoire de Protection des Végétaux, INRAT, 2080 Ariana, Tunisia ABSTRACT, 39– 50.
- Ciba Geygi, A. (1981). *Manual de ensayo de campo* 2 ed. Basilea. Suiza.
- Cisneros, F.V., Alcazar. J. (2001). *Manejo Integrado del gorgojo del camote o tetuán del boniato Cylas formicarius (Fab.) en Cuba*. Lima, Perú: Centro Internacional de la papa (CIP).

- Clark, C.A., & Moyer, J.W. (1991). *Compendio de enfermedades de la batata (camote, boniato)*.  
Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Dewey, H. (1941). Principales fibras textiles. *La Hacienda*, 10(11), 78-79.
- Díaz, J. (1980). Biología de la *Cylas formicarius* Fabricius en condiciones de laboratorio.  
*Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba*, 7(2) 98-99.
- Dueñas, A, R. (2005). *Nuevas estrategias sintéticas hacia triterpenos irregulares y cromado derivados*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada., Granada.
- Echemendía Pérez M. (2010a). *Libro Sanidad Vegetal*. La Habana, Cuba. ISCAH
- Fernández Larrea, O. (1997). “Actualidad y perspectivas en la producción e investigación de bioplaquicidas, Situación en Cuba” .Presented at the V Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaquicidas, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana. Cuba.
- Fernández, A. (2009). *Efectividad del extracto de Furcraea hexapetala (Jacq.) Urban sobre áfidos y ácaros fitófagos* (Tesis de maestría). Universidad Carlos Rafael Rodríguez., Cienfuegos.
- Ferrer, J. R, & Díaz R. (1994). Estudio de la actividad molusquicida de diferentes plantas sobre *Biomphalaria havanensis* hospedero intermedio potencial de esquistosomiasis en Cuba.  
*Revista Cubana Medicina Tropical*, 3(1), 28-29
- Ferrer J.R, & Sánchez R. (1993). Estudios de la acción molusquicida del maguey (*Agave legrelliana*), sobre *Biomphalaria havanensis* en el laboratorio. *Revista Cubana Medicina Tropical*, 4(2), 118–121.
- Freire Fierro, A. (2004). Botánica Sistemática Ecuatoriana. *FUNDACYT, QCNE, RLB Y FUNBOTANICA*, 4(2), 79–91.
- Girón, L & Martínez, J. (2000). Plantas plaguicidas. *Fundamentos de Agrotecnología de Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas*. Colombia, 12(9), 10-11
- González, R. (2009). Control de *Sitophilus seamais* con polvos vegetales de una especie de la familia Fabacea.
- Guerra de León, J. O. (2005). *Compuestos con actividad antiparasitaria del Agave brittoniana T.* (Tesis Doctoral). Universidad de Cádiz, España.

- Guerra, J. O, & Meneses, A. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomona vaginalis*. *Revista. Biología Tropical*. 56(4) 35
- Hernández, M. & Fuentes.M. (2001). Plaguicidas naturales de origen botánico. *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT).Cuba*, 24(8), 34
- Hertog, M. (1992). Optimization of a quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 40(24), 1591-1598.
- Higgins, J. W. (1976). A high-performance liquid chromatographi canalysis of the benzoateesters of saponenins isolated from *Agave*. *J. Chromatogr*, 121(98), 329-334.
- Iannacome, J., & Lamas G. (2002). Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperta externa*. *Manejo Integrado de Plagas Y Agroecología*, 65(60), 92 – 101.
- Informe de Estación de Protección de Plantas. (2012). *Anuario estadístico*. Estación de protección de plantas Yaguaramas. Yaguaramas, Cuba: Dirección Provincial Fitosanitaria Cienfuegos. CNSV.
- Isman, M.B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review Entomology*, 51(23), 45–46.
- Itabashi, M. (2000) A new bioactive steroidal saponin, furcreastatin, from the plant *Furcraea foetida*. *Carbohyd. Res*, 323(300), 57–62.
- Jackson, D.M, & Lawrence, J. (2003). Thees weet potato leaf beetle, *Typophorus nigritus viridicyaneus* (Coleoptera: Chrysomelidae), anemerging pest in Jamaica Distribution and host plant resistance. *Tropical Agriculture (Trinidad)*, 80(40), 235–242.
- Jiménez, J. (2013). Uso de bioplaguicidas contra plagas de insectos y ácaros.
- Lannacone, J. & Torre M. (2013.). Toxicidad de los bioplaguicidas agave americana, *furcraea andina* (Asparagaceae) y *sapindus saponaria* (sapindaceae) sobre el caracol minvasormelanoides *tuberculata* (thiaridae) Neotrop. *Helminthol*. 7(2) ,18-25.
- Lannacone, J. &. Lamas G. (2003). Efecto toxicológico de extractos de molle (*Schinus molle*) y lantana (*Lantana cámara*) sobre *Chryperla externa* (Neuropber: Chrysopidae), *Trichogramma pinto*; (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Capidosomakoehleri* (Hymenoptera : Encyrtidae) en el Perú. *Agricultura Técnica*, 63, 347 – 350.

- Macías, A. (2008.). Saponinas esteroideas de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomona vaginalis*. *Biología Tropical*, 46, 515-520.
- Macías, F. A. (2007). Characterization of the fraction components using 1D TOCSY and 1D ROESY experiments. Four new spirostane saponins from *Agave brittoniana* Trel. Spp. *Brachypus. Magn. Reson. Chem*, 45, 615-620
- Martínez, E, & Barrios, G. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico (CNSV, Cuba.): *Entre Pueblos, España, Italia*.
- Merken, H. M. (2001). Kinetics method for the quantitation of anthocyanidins, flavonols and flavones in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.10.
- Ministerio de la Agricultura. (2007). *Manual Técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponías semiprotegida*. Retrieved from [http://G:/Moluscos/Discover%20Life%20-%20Polygyridae%20Praticolella%20griseola%20\(Pfeiffer,%201841%20or,%201846\).htm](http://G:/Moluscos/Discover%20Life%20-%20Polygyridae%20Praticolella%20griseola%20(Pfeiffer,%201841%20or,%201846).htm).
- Núñez del Pozo, E. (2010). *Libro Sanidad Vegetal*. La Habana, Cuba: ISCAH
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *Anuario. Producción. Batatas*. La Habana, Cuba: Colección FAO. Estadística.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Anuario. Producción. Batatas*. La Habana, Cuba: Colección FAO. Estadística.
- Ortega, I. (2008). *Plantas forestales con propiedades repelentes y/o fitoplaguicidas en la agricultura urbana en Cienfuegos* (Tesis de maestría). Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba.
- Ortega, M. (2002). Algunos aspectos de los géneros *Agave* y *Furcraea* como causantes de enfermedades. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 1 (1), 7-8
- Peng, Z. (2006). The NMR studies on two new furostanol saponins from *Agave sisalana* leaves. *Mag. Reson. Chem*, 44 (9), 30-31
- Pereira da Silva, B. (2002). A New Bioactive Steroidal Saponin from *Agave attenuata*. Z. *Naturforsch*, 57(45), 45
- Pérez, A. J. (2011). *Estudio fotoquímico de especies nativas de Cuba pertenecientes a la familia Agavaceae y evaluación de sus actividades biológicas* (Tesis Doctoral). Universidad de Cádiz, Puerto Real, España.
- Pérez, N. (2004). *Manejo Ecológico de Plagas*. La Habana, Cuba: CEDAR.

- Pérez, N. (2011). *Sanidad Vegetal* (Vol. III). La Habana, Cuba: CEDAR
- Pimentel, G. (1995). *Oportunidades en la Química presente y Futuro* (Tesis de maestría). Universidad de México, México.
- Pineda, F. P. (2006). Evaluación de rendimiento de diecisiete clones de camote (*Ipomoea batata*) en el Valle de Sébaco Matagalpa. Nicaragua.
- Pino, O. (2013). Plantsecondarymetabolites as alternatives in pestmanagement. II: Anoverview of theirpotential in Cuba. *Reviw Protection Veg*, 28(20), 20-24
- Productos naturales. (2007). Retrieved from <http://es.wikipedia.org/wiki/Alelopat%C3%ADa>
- Proestos, C. (2005). RP-HPLC Analysis of thephenoliccompounds of plantextracts. Investigation of theirantioxidantcapacity and antimicrobialactivity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53.
- Reynaldo, I. (2001). Flavonoides: características químicas y aplicaciones.
- Robbins, R. J. (2 de mayo, 2003.). Phenolicacids in foods: Anoverview of analyticalmethodology. *Journal of Agricultural and FoodChemistry* 51.
- Rodríguez, A & Gómez, J. R. (2007). *La Sanidad Vegetal en la Agricultura Sostenible* (Vol. II). Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Marta Abreu de “Las Villas”
- Rodríguez, M.S. (2001). *Manejo integrado del gorgojo del camote o tetuan del boniato. (Cylas formicarius Fabricius) En Cuba*. Lima, Perú: CIP.
- Roig, J. T. (1974). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas en Cuba, Ciencia y Técnica*. La Habana, Cuba: Instituto Cubano del Libro.
- Roig, J.T. (1988). *Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba* (3<sup>o</sup>ed). La Habana-Cuba: Científico-Técnica.
- Rosset, P.M, & Bourque, M. (2001). *Lecciones de la Experiencia cubana*. La Habana, Cuba: ACTAF.
- Ruvalcaba Ruiz, A (2002). Aberrantmeioticbehavior in Agave tequilana Weber var. azul.
- Sang, S, & Lapsley, K. (2002). Antioxidativephenoliccompoundsisolatedfromalmond (*PrunusamygdalusBatsch*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 50.
- Sobrinho, J.J, & Fernández, A.V. (2016). Efecto insecticida del extracto de *Furcraea hexapétala* (Jacq.) Urban sobre *Plutellaxylostella*. *Centro Agrícola*, 85–90.
- Souza, V. E & Silva Montellano, A. (2000). Evolución de la familia *Agavaceae*: Filogénia, biología reproductiva y genética de población. *Bol. Soc. Bot. Méx.*,66(5) 131–150.

- Sparg, S. G., & Light M.E. (2004). Biologicalactivities and distribution of plantsaponins. *J. Ethnopharmacol*, 94(50) 219-24.
- Tarqui, J. (2007). *Efecto de tres bioplaguicidas para el control del pulgón (Aphis) en el cultivo de lechuga en ambientes protegidos en la ciudad de El Alto.* (Trabajo de Diploma). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Vázquez, L. (2011a). *Manual para la adopción de manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura Suburbana* (Vol. 1).La Habana, Cuba: Agricultura Urbana
- Vázquez, L. (2011b). *Supresión de poblaciones de plagas en la finca mediante prácticas agrícolas agroecológicas, preguntas y respuestas para facilitar el manejo sostenible de tierras.* La Habana, Cuba: Agricultura Urbana
- Vázquez, L. (2003). Agroecología y agricultura sostenible y orgánica. Manejo agroecológico de Plagas. Integración del Control Biológico. Presented at the Curso Internacional producción y uso de bioplaguicidas en diferentes Agroecosistemas. Cuba.
- Vázquez, L., & Fernández, E. (2006). *Introducción al Manejo agroecológico de plagas en la agricultura urbana.* Cuba: Agricultura Urbana
- Vázquez, L., & Fernández, E. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos.* Cuba: ACTAF. INISAV.
- Veitía, M. M. (2013). Cultivo, preparación y uso de plantas con propiedades como plaguicidas.

## Anexos

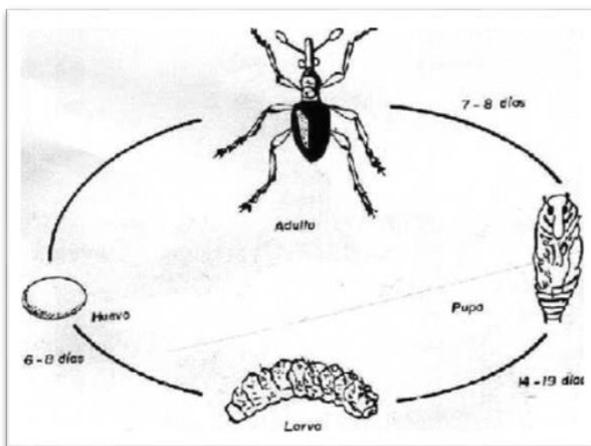
### Anexo 1. *Furcraea antillana*



### Anexo 2. *Agave brittoniana*



### Anexo 3. Ciclo de vida de *Cylas formicarius* Fabricius



#### Anexo 4. Trapiche manual



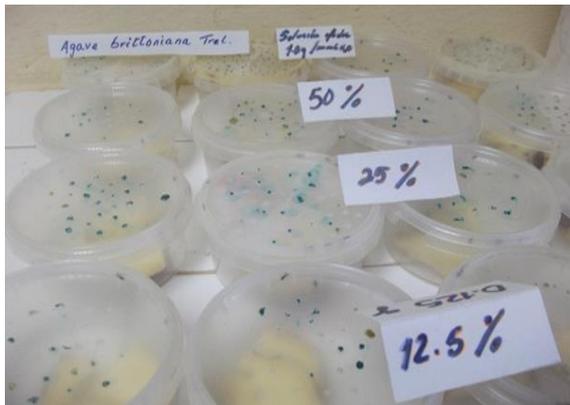
#### Anexo 5. Obtención del jugo



#### Anexo 6. Estación Territorial de Protección de Plantas Yaguaramas



## Anexo 7. Montaje del experimento



## Anexo 8. Concentraciones del jugo

