



Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

Título: Eficacia del jugo de *Agave fourcroydes*, Lem (henequén) para el control de *Plutella xylostella*.L en el cultivo *Brassica oleracea* .L (col)



Autor: Dianela Cáceres Álvarez.

Tutor: MSc. Caridad Terry Espinosa:

Co-Tutor: DrC. Leónides Castellanos González.

Curso: 2016-2017

DEDICATORIA

A mi madre que siempre me alentó y me enseñó, que en la vida todo se logra con sacrificio y dedicación. A mi padre, porque siempre ha estado conmigo, en todos los momentos de mi vida dándome su apoyo y sobre todo a mi familia y amigos, por darme aliento para terminar este proyecto.

Agradecimientos:

A mi tutora Caridad Terry Espinosa, por su disposición y dedicación, por su ayuda incondicional sin la cual no hubiera podido terminar esta investigación.

A mis padres, que no tengo palabras para agradecerles su ayuda, su comprensión, dedicación y constancia.

A mi amiga Elizabeth González y Lisandra Suárez, por escucharme y alentarme en los cinco años de esta carrera.

A Angélica María Corredera compañera de estudios, por estar conmigo y darme parte de su tiempo cuando más lo necesite.

A mi profesor Enrique Casanova, a quien admiro y respeto, por ayudarme con este proyecto.

Gracias a todos los que de una forma u otra me han apoyado en la realización de este trabajo.

Índice

1. Introducción-----	1
2. Revisión Bibliográfica -----	6
2.1 Manejo Integrado de Plagas-----	6
2.2 Género Agave -----	8
2.2.1 Las saponinas en los agaves -----	9
2.2.2 Importancia económica del género Agave -----	10
2.2.3 Metabolitos secundarios de los agaves -----	12
2.2.5 <i>Agave fourcroydes</i> , Lem (Henequén)-----	14
2.3 Ventajas y Desventajas de insecticidas botánicos-----	16
2.4 Cultivo col (<i>Brassica oleracea</i> L.)-----	17
2.4.1 <i>Plutella xylostella</i> L. (polilla de la col)-----	17
3. Materiales y Métodos -----	20
3.1 Determinar los metabolitos secundarios del jugo de henequén mediante tamizaje fitoquímico. -----	20
3.2 Determinar eficacia “ <i>in vitro</i> ” por ingestión sobre <i>P. xylostella</i> en el cultivo de col.-----	25
3.3 Determinar eficacia “ <i>in vitro</i> ” por contacto sobre <i>P. xylostella</i> en el cultivo de col -----	27
4. Resultados y Discusión-----	28
4.1. Determinación los compuestos del jugo de henequén (<i>A. fourcroydes</i>) mediante tamizaje fitoquímico. -----	28
4.2. Determinación de la eficacia “ <i>in vitro</i> ” por ingestión sobre <i>P. xylostella</i> en el cultivo de col. -----	30
5. Conclusiones -----	34
6. Recomendaciones -----	35
7. Bibliografía -----	36

Resumen

Para la agricultura moderna resulta de gran importancia investigar y encontrar nuevas estrategias que permitan el desarrollo de una agricultura sustentable, la investigación se desarrolló en la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” en el periodo comprendido 2014-2017, Facultad de Ciencias Agrarias con el objetivo de evaluar en condiciones “*in vitro*” la eficacia del jugo del *Agave fourcroydes* L. (henequén) sobre *Plutella xylostella* L. en el cultivo *Brassica oleracea* L. (col). Se determinaron las cantidades de metabolitos secundarios con acción insecticida mediante técnica de tamizaje fitoquímico. Se realizó una investigación experimental en condiciones de semilaboratorio, se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 4 x 6 x 4, para determinar el porcentaje de mortalidad por tratamiento a las 24, 48, 72 y 96 horas. Los datos en porcentaje se transformaron en $(2 \arcsin \sqrt{p})$, y se procesaron por medio de un análisis de varianza con un nivel de probabilidad de 5%, una vez comprobada la normalidad por la prueba de Kolmogorov – Smirnov, se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15 para WINDOW. Como resultado de la determinación fitoquímico se pudo observar la presencia de aminoácidos libres, coumarinas, saponinas, azúcares reductores, triterpenos esteroides, taninos y/o fenoles en extracto acuoso. Los porcentajes de mortalidad con las disoluciones del jugo vegetal “*in vitro*” mostraron diferencias significativas, en los momentos de observación, siendo el mejor tratamiento en todas las variantes a las 24 horas con la disolución al 100% y de mejor acción por contacto. Los estadios larvales L1 y L2 resultan los más susceptibles al jugo de henequén.

Palabras Claves: Larvas, bioplaguicidas, mortalidad, tamizaje, metabolitos.

Summary

For the modern agriculture it is of great importance to investigate and to find new strategies that allow the development of a sustainable agricultura, the investigation was developed in the University Carlos Rafael Rodríguez in the understood period 2014-2017, Ability of Agrarian Sciences with the objective to evaluate under conditions “*in vitro*” the effectiveness of the juice of the (Agave fourcroydes, L.) henequen on (Plutella xylostella L.) moth in the cultivation (Brassica oleracea L.) cabbage. The relative quantities of several classes of secondary metabolitos were determined with insecticide action by means of technique of tamizaje fitochemist. He was carried out an experimental investigation under laboratory conditions, a design was used totally randomized with factorial arrangement 4 x 6 x 4, to determine the percentage of mortality for treatment at the 24, 48, 72 and 96 hours. The data in percentage transformed in (2 arc sen p), and they were processed by means of a variance analysis with a level of probability of 5%, once proven the normality for the test of Kolmogorov - Smirnov, using the statistical package SPSS version 15 for WINDOW. As a result of the characterization fitochemits one could observe the presence of free amino acids, coumarinas, saponinas, sugars reducers, triterpenos steroids, tannins and/or fenoles in watery extract. The percentages of mortality with the breakups of the vegetable juice “*in vitro*” showed differences among the observation moments, being the best treatment in all the variants at the 24 hours with the breakup to 100% and of better action for contact. The larvae stadiums L1 and L 2 are the most susceptible to the henequen juice.

Key words: Larvae, biologyplaguicida, mortality, tamizaje, metabolito

1. Introducción

La protección de plantas de se inició y desarrolló, debido a la aparición de plagas que arrasaron con los cultivos, provocando graves consecuencias económicas y sociales desde los tiempos en que el hombre comenzó la domesticación de las mismas. En la actualidad se reporta que un 90% de la población mundial depende para su abastecimiento de tan sólo 15 grandes tipos de cultivos (Echemendía, 2010).

Altieri y Nicholls 2000, plantean 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.

Los bioplaguicidas son altamente específicos contra las plagas que representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente. El desarrollo de nuevos bioplaguicidas estimula la modernización de la agricultura, en la producción agrícola con ambientes libres de contaminación, los bioplaguicidas son sustitutos ideales de sus homólogos químicos tradicionales (Leng, Zhag, Pan, & Zhao, 2011)

Para la agricultura moderna resulta de gran importancia investigar y encontrar nuevas estrategias que permitan el desarrollo de una agricultura sustentable, es decir, una agricultura no contaminante y basada en recursos naturales renovables (Torres García, Girado López, & Puentes Isidrón, 2006) (Torres García, Girado López, & Puentes Isidrón, 2006)

La agricultura cubana ha transitado por etapas de desarrollo tecnológico trascendentales, las que han estado bajo diversas influencias nacionales e internacionales, primero la revolución verde y posteriormente, como consecuencia de crisis económicas y ambientales, lo que ha conducido a cambios en los enfoques, para adoptar el de agricultura agroecológica, alcanzando de esta manera una agricultura sustentable donde esto ha

favorecido la innovación local y han promovido la sostenibilidad, todos con una importante contribución a la reducción de los problemas de plagas, entre otras ventajas (Vázquez, 2011).

La lucha contra las plagas se ha desarrollado acorde al crecimiento de la producción agraria y el surgimiento de las tecnologías que sustentan las producciones intensivas, generalmente influenciadas por factores económicos y sociales. Sin embargo, estudios recientes permitieron comprobar que a medida que los agricultores desarrollaron sus huertos y fincas, han tenido que realizar innovaciones para disponer de alternativas para prevenir o suprimir las afectaciones por plagas, entre ellas las prácticas agronómicas, el manejo de la diversidad florística, la aplicación de plaguicidas minerales y bioquímicos, el control biológico, el uso de trampas rústicas de captura, entre otras. (Vázquez , Fernández , & Lauzardo, Introducción al Manejo agroecológico de plagas en la agricultura urbana, 2005)

Autores como Vázquez 2004, plantea trabajar por una agricultura sostenible, para contribuir a minimizar los impactos medioambientales del uso de agroquímicos y de energía externa y lograr producciones de menos costos, para lo cual se recomienda como alternativa el Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) o Manejo Ecológico de Plagas (MEP).

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 7 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).

Varios autores Cuellar et al., 2003 refieren que entre las estrategias de la agricultura sostenible está el enfrentamiento a las plagas y enfermedades, mediante técnicas y métodos apropiados al cultivo que no alteren al medio

ambiente en el que se desarrollan. En tal sentido, con una aplicación correcta del conjunto de principios de la agricultura ecológica, se logra una situación de equilibrio de las plagas con sus controladores, principio que sustenta las estrategias para el manejo integrado de plagas (MIP).

Vázquez 2003, en las producciones orgánicas no está permitido el uso de agrotóxicos mientras que en la producción sostenible estos se utilizan de forma racional, ya que se le da prioridad a los insumos que se generan en el sistema y se minimizan los externos, a pesar de que últimamente se observa cierta tendencia a considerar a la agricultura sostenible como aquella que no emplea insumos externos y por tanto el manejo que se realiza es agroecológico.

Numerosas plantas son utilizadas por los campesinos cubanos como repelentes y/o materia prima para la preparación de extractos de manera artesanal y se ha demostrado la actividad plaguicida de más de 60 plantas en condiciones de laboratorio, semicontroladas y campo. Entre las familias botánicas involucradas más importantes se encuentran: *Meliaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Clusiaceae*, *Piperaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae* y *Mirtaceae*. (Pino *et al.*, 2013) sin embargo, no aborda como insecticida la familia *Agavaceae*.

En la actualidad, el uso de extractos vegetales cobra gran importancia para el control de plagas. Los productos a base de plantas con estas propiedades mencionadas anteriormente son aplicados tanto preventivamente como para enfrentar un ataque significativo, respetan el principio de la no perturbación de los agroecosistemas. 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).

Acerca del conocimiento y empleo que se tenía en las diferentes unidades agrícolas sobre plantas fitoplaguicidas y/o repelentes, en la provincia de Cienfuegos, arrojo que en el municipio de Abreus se emplea por los agricultores

36 plantas para la utilización de extractos vegetales en el control de plagas, entre ellas se encuentran de la familia Agavacea (Ortega *et al.*, 2008).

En la EPP Yaguaramas 2010, la incidencia de *P. xylostella* constituye un problema serio en el cultivo *B. oleracea* (col), en los municipios de Aguada y Abreus e incremento en las últimas campañas el número de tratamientos de insecticidas, la carga tóxica y los costos de producción, así como los riesgos para la salud humana y la contaminación ambiental.

En Cienfuegos en estudios realizados con extractos acuosos de *Euphorbia láctea* Haw ejercen efecto larvicida sobre *Plutella xylostella*.L. en el cultivo de col (Barrueta, Martín, & Castellanos, 2013)

Por todo lo antes expuesto para encontrar soluciones que permitan el desarrollo de una agricultura sustentable y menos contaminante al medio ambiente se trabajó con la utilización de la especie *Agave fourcroydes* L., con fines fitosanitarios, puesto que no se ha estudiado su efecto insecticida sobre *Plutella xylostella*. L. en el cultivo *Brassica oleracea* L. (col).

Problema Científico:

¿Cuál será la eficacia del jugo de henequén para el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de col?

Hipótesis Científica:

Si se comprueba la eficacia del jugo de henequén podrían constituir un insecticida para el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de la col.

Objetivo General:

Evaluar la eficacia del jugo de henequén para el control de *P. xylostella*.L. en el cultivo de col.

Objetivos específicos:

1. Determinar los compuestos del jugo de henequén *A. fourcroydes* mediante tamizaje fitoquímico.
2. Evaluar la eficacia del jugo de henequén por ingestión para el control *P xylostella* en condiciones “*in vitro*”.
3. Evaluar la eficacia del jugo de henequén por contacto para el control *P. xylostella* en condiciones “*in vitro*”.

Capítulo 1:

2. Revisión Bibliográfica

2.1 Manejo Integrado de Plagas

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) constituye una etapa superior en la protección de plantas, donde se establece una estrategia para el manejo de plagas en el contexto socio económico de los sistemas agrícolas, el medio ambiente asociado y la dinámica de la población de las diversas especies, utiliza todos los métodos técnicos apropiados y compatibles para mantener la población de la plaga por debajo del nivel de daño económico. En teoría el manejo debiera incorporar diversas y variadas tácticas para el control, apoyándose primero en los factores de control natural y en el manejo de estos factores utilizando plaguicidas (Altieri M. , 1997)

Lo definen como un sistema en el que todos los procedimientos factibles económicos, tóxicos y ecológicos son usados con el máximo de armonía, para mantener los organismos nocivos por debajo del umbral económico de daños, donde la explotación consciente de los factores de regulación natural resulta de una importancia capital (Castellanos , y otros, 1998)

El Manejo Integrado de Plagas debe incorporar diferentes tácticas para el control, sustentadas fundamentalmente en la utilización y manejo de los factores de control natural, y en última instancia la utilización de plaguicidas químicos, por lo que cada vez más el MIP, en el marco de una agricultura sostenible, tiende hacia el desarrollo de un manejo ecológico de plagas (MAP) (Piñón , 2002)

Una de las definiciones más recientes sobre MIP, establece que es “Un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del agroecosistema y la dinámica de población de las especies, utiliza todas las técnicas y métodos apropiados de manera armónica para mantener las poblaciones de plagas a niveles bajos, causando daños o pérdidas económicamente aceptables. Debe ser un sistema que tenga aceptación social, que garantice estabilidad ecológica, seguridad ambiental y no afecte el desarrollo de los recursos humanos” (González & Rivas, 2000)

El Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA, 2007), en la Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010, establece que se debe reforzar las acciones dirigidas a consolidar el MIP a través del uso de medios biológicos y alternativas de control fitosanitario con el fin de disminuir las aplicaciones de plaguicidas químicos en la agricultura y los daños que estos puedan ocasionar.

Entre las estrategias de la agricultura sostenible está el enfrentamiento a las plagas y enfermedades, mediante técnicas y métodos apropiados al cultivo que no alteren al medio ambiente en el que se desarrollan. En tal sentido, con una aplicación correcta del conjunto de principios de la agricultura ecológica, se logra una situación de equilibrio de las plagas con sus controladores, principio que sustenta las estrategias para el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (CATIE, 1999)

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, Adopción de prácticas para el manejo de plagas por los agricultores cubanos. Agricultura Orgánica. ACTAF., 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 es enfocar, alcanzar una Agricultura Sostenible, que presupone la óptima utilización de diversos métodos técnicamente viables y compatibles con el ambiente (Fernández Larrea & Orrietta, 1997)

Lo esencial en las producciones orgánicas radica en que no está permitido el uso de agrotóxicos y en la producción sostenible éstos se utilizan de forma racional, porque se da prioridad a los insumos que se generan en el sistema y se minimizan los externos, aunque últimamente se observa cierta tendencia a

considerar a la agricultura sostenible como aquella que no emplea insumos externos y por tanto el manejo que se realiza es agroecológico (Vázquez, Agroecología y agricultura sostenible y orgánica. Manejo agroecológico de Plagas. Integración del Control Biológico. Curso Internacional producción y uso de bioplaguicidas en diferentes Agroecosistemas. , 2003).

La teoría del manejo debiera incorporar diversas y variadas tácticas para el control, apoyándose primero en los factores de control natural (Altieri M. , 1997).

La lucha natural contra las plagas y enfermedades está adquiriendo cada vez más protagonismo en el campo de la investigación; por lo que se potencia la búsqueda de sustancias de origen natural que puedan llegar a sustituir ó disminuir a los pesticidas sintéticos, sin riesgos para la salud del hombre y el medio ambiente, enmarcado claramente dentro de los criterios de la sostenibilidad agraria (Puente, y otros, 2003).

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, 2014).

2.2 Género Agave

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* L. (Freire Fierro, 2004)

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

La familia es originaria de América (con centro de distribución en México), bien distribuida por todo el mundo. El género *Agave* se encuentra actualmente distribuido por zonas templadas y áridas del viejo mundo (Dahlgren, 1985)

Esta familia presenta 23 géneros y 637 especies. En la Argentina viven 2 géneros y 3 especies introducidas. Especies exóticas introducidas como *Agave americana*, *Agave sisalana*, *Agave sp*, *Yucca aloifolia* *Yucca filamentosa*, *Yucca gloriosa* (Souza et al., 2010). Los agaves presentan grandes potencialidades molusquicida, como un componente clave e integral para manejo de moluscos plagas a nivel nacional por su amplia distribución en territorio cubano.

Investigación realizada sobre el conocimiento y empleo que se tenía en las diferentes unidades agrícolas sobre las plantas fitoplaguicidas y/o repelentes en la provincia de Cienfuegos arrojó que en el municipio de Abreus se emplea por los agricultores (*Furcraea antillana* (Jacq.) Urban), 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 género *Agave*, familia *Agavaceae*, es rica en saponinas esteroidales, las cuales son un tipo de esteroles glucósidos ampliamente distribuidos 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 utilidades de las saponinas (Guerra, y otros, 2008)

2.2.1 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 del insecto (Chaieb, 2010)

Entre los principales metabolitos secundarios aislados de la familia *Agavaceae*, se encuentra las saponinas esferoidales 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 esteroideas 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 (Agrawl et al., 1985).

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 *Agavacea*. 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 (Chaieb, 2010)

Las saponinas tienen un amplio rango de actividades biológicas como son: su acción antimicótica, antiviral, anticancer, hipolesterolémica, hipoglicémica, antitrombótica, diurética, antiinflamatoria y molusquicida (Sparg et al., 2004; (Guerra, y otros, 2008)

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 (Guerra, y otros, 2008)

2.2.2 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.

El henequén tiene efectos conservacionistas y no compite con otros cultivos por clases preferenciales de suelo, en los primeros años de su implantación permite el asocio con otros cultivos como maíz, frijol y sorgo, además protege los suelos

de la erosión y embellece los cerros de la zona con sus surcos bien formados (Miranda et al., 2007).

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, y otros, 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).

El estudio del comportamiento histórico de los parámetros de calidad de un cultivo y dada la importancia que está recobrando el henequén en el país, debe constituir una herramienta que permita planificar de forma diferenciada las atenciones culturales y las inversiones acometer en las plantaciones con el objetivo de mantener altos niveles de producción para los años venideros (González, 2012).

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., 2007).

El extracto natural de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban 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.

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

En *F. hexapetala* se identifica también a la saponina esteroideal Furcroestatina, que resulta la más abundante (Pérez 2010). El extracto de *F. hexapetala* 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).

En Cuba estudios realizados con *Agave legrelliana*, perteneciente a la familia Agavaceae 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). Estos autores determinaron que el extracto acuoso de *A. fourcroydes* influye en la disminución de la frecuencia de los latidos del corazón.

En estudios realizados por (Lannacone *et al.*, 2013) 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.

2.2.3 Metabolitos secundarios de los agaves

Los metabolitos secundarios contienen 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 se destacan su uso contra la defensa de determinadas plagas y la atracción de agentes polinizadores (Tevini *et al.* , 1991)

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

El género *Agave*, familia Agavaceae, es rico en saponinas esteroidales, las cuales son un tipo de esteroil 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, y otros, 2008)

También las saponinas esteroidales, son responsables de estos tipos de propiedades biológicas, como 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 da Silva 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).

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 – Abarca et al., 2013).

2.2.4 Propiedades fitoplaguicidas de la familia agavácea.

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 hexapetala* (Jacq.) Urban), 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 *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban 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 hexapetala* (Jacq.) presentan actividad insecticida sobre áfidos *Myzus persicae* (Sulzer), debido a la presencia de saponinas (Castellanos et al., 2011).

En *F. hexapetala* se identifica también a la saponina esteroideal Furcroestatina, que resulta la más abundante (Pérez 2010). El extracto de *F. hexapetala* 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).

En Cuba estudios con *Agave legrelliana*, perteneciente a la familia Agavaceae 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). Estos autores determinaron que el extracto acuoso de *A. fourcroydes* influye en la disminución de la frecuencia de los latidos del corazón.

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., 2007).

2.2.5 Agave fourcroydes, Lem (Henequén)

Henequén pertenece al género *Agave*, el cual 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 el henequén y otros agaves de fibras duras, según Dewey, (1942). *Agavaceae* origen etimológico del nombre de la familia. Refiere a la alta inflorescencia escamosa presente en *A. americana* L. (Freire Fierro, 2004).

Agave fourcroydes Lem es una planta perenne nativa de Yucatán. Su ciclo biológico fluctúa entre los 20 y 25 años. Se caracteriza por estar formada por una roseta de hojas rígidas que poseen en su extremo terminar una afilada y robusta espina, sus márgenes también son espinosos, en su etapa adulta posee un tallo grueso y leñoso de 1.2 metros y hojas que alcanza los 2.5 m (Guerrero et al., 2011).

El nombre científico de esta planta es *Agave fourcroydes* Lemaire y se conoce también como Maguey. En El Salvador es una variedad propia, cuyo nombre científico es *Agavee letonae* (Miranda y Orellana, 2007).

A. fourcroydes L; posee una producción anual de fibras mayor a la del sisal, pero tarda más años en alcanzar un rendimiento comercial. Los cordones de fibras miden de 0,50 a 1,60 m y son de tono amarillo rojizo. Varias especies de *Furcraea* proporcionan fibras utilizadas localmente en la elaboración de cordeles, sacos, alfombras y objetos de adorno, sin importancia en el comercio mundial (León, 1987).

Del henequén suelen extraerse algunos subproductos importantes como la pasta de papel, abono, e incluso alcohol a través de la fermentación del jugo de la pulpa. Producción de biogás el cual puede ser utilizado como energía en la misma desfibradora, con vistas a generar electricidad como motor de gas y para usarlo en el secado de la fibra.

Los agaves son plantas que desempeñan un importante papel en la conservación del suelo, además son fuente de materia prima para la industria, agricultura y producción de fármacos. Sin embargo, su principal atributo para el futuro podría ser su tolerancia a la escasez de agua (Peniche, 1985).

Cuba fue considerada potencia en la fabricación de fibra de henequén para la confección de sogas y cordeles, desde su introducción en Cuba alrededor de 1850. En la actualidad se siembra el henequén y se industrializa en Cárdenas (Matanzas), Mariel (Ciudad Habana), Holguín y Cienfuegos (Fibratex, 2000).

Su cultivo en la provincia de Cienfuegos data desde el año 1928 en la zona de Juraguá, con atraso tecnológico, se incrementa la utilización de posturas a partir de hijos florales, a la vez que se toman las acciones pertinentes para gestionar la calidad de la producción en función de incrementar la misma, las hojas cosechadas se procesan antes de las 24 horas de haber sido recogidas, para que la fibra se pueda limpiar de la manera debida, con posibilidad de confecciones de producciones de alta demanda popular e incluso para la exportación a partir de fibras de henequén, que apliquen las alternativas de fertilización y control biológico de producción local (González, 2012)

El henequén puede contribuir a la disminución de los índices de contaminación y ayudar a disfrutar de un medio saludable, eliminando el humo y también la utilización de la cera como recubrimiento para la exportación de los cítricos (Cruz et al., 2000).

Sin embargo, el jugo no es aprovechado en otras actividades pudiendo ser utilizado para el control de plagas en la agricultura, presentando acción biológica según (Lannacone *et al.*, 2013). De esta manera ayuda a recuperar los agroecosistemas.

2.3 Ventajas y Desventajas de insecticidas botánicos.

La utilización de plaguicidas en los últimos sesenta años lejos de resolver el problema del control de plagas ha provocado diversos disturbios biológicos y ecológicos, lo que ha obligado a la búsqueda de alternativas insecticidas (Orama et al., 2003).

Se destacan por Vázquez (2004) en el empleo de insecticidas vegetales entre las ventajas que estas son conocidas por el agricultor ya que generalmente se encuentran en su mismo medio. Muchas veces poseen otros usos como medicinales o repelentes de insectos caseros. Debido a su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos. Algunos pueden ser utilizados poco tiempo antes de la cosecha, varios actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto aunque a la larga no causen la muerte de éste. Debido a su acción estomacal y rápida degradación pueden ser más selectivos con los insectos plaga y menos agresivos con los biorreguladores. Muchos de estos compuestos no causan fitotoxicidad. Desarrollan resistencia más lentamente que los insecticidas sintéticos.

Dicho autor expresa como desventajas que no todos son insecticidas sino que muchos son insectistáticos, lo que los hace tener una acción más lenta. Se degradan rápidamente por los rayos ultravioletas por lo que su efecto residual es bajo. No todos resultan menos tóxicos que los sintéticos y no se encuentran disponibles durante toda la temporada. Los límites máximos de residuos no están establecidos. No existen registros oficiales que regulen su uso y no todas las recomendaciones que manejan los agricultores han sido validadas con rigor científico.

2.4 Cultivo col (*Brassica oleracea* L.)

El repollo (*Brassica oleracea* L.), Familia *Brassicaceae*, es originario de las zonas litorales Atlánticas y Mediterráneas de Europa, es conocido desde hace mucho tiempo. Es una de las hortalizas que más se consume en Nicaragua y es de mucha importancia a nivel nacional. (Sarantes, Mendoza, 2003). El cultivo constituye una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial.

En Cuba en los últimos años se ha incrementado su demanda debido a que la población adquirido la cultura de consumir productos hortícolas; se utilizan como verduras fresca, industrial, forraje, especias y plantas curativas (CAB Internacional 2006).

Una de las limitantes son las pérdidas provocadas por plagas, siendo de importancia económica la *Plutella Xylostella* L. lo cual afectan los rendimientos y la calidad de este cultivo (Sarria, (2000), Rao y Lal, 2004).

2.4.1 *Plutella xylostella* L. (polilla de la col)

La *Plutella xylostella* L.) pertenece al orden Lepidoptera, familia Plutellidae. Presentan un ciclo de vida corto de 25 días y alta capacidad de reproducción, ponen hasta 300 huevos sobre las hojas. Las larvas tienen un tamaño de 8 a 12 mm de largo cuando están bien desarrolladas, varían en coloración de amarillo claro cuando recién nacen a verde oscuro cuándo están bien desarrollados, se localizan debajo de las hojas entre las venas.

Las pupas miden de 10 a 12 mm, son de color verde oscuro dentro de un capullo de seda blanco, se localizan en el envés de las hojas. El capullo de seda es adherido a la superficie de la hoja lo cual hace difícil removerlos. El adulto mide de 8 a 10 mm, son de color café con manchas grises. Las palomillas son reconocidas por tener tres marcas triangulares a lo largo del margen interno de las alas.

Cuando las palomillas están en posición de descanso éstas marcas se juntan formando tres diamantes a lo largo del dorso de la palomilla. Las palomillas son más activas y visibles al atardecer. Ellas vuelan alrededor de las plantas buscando compañeros para cruzarse y poner huevos posteriormente. Los

machos son atraídos a las hembras por medio de feromonas. Los huevos son muy pequeños de menos de 1 mm, son de color amarillo. Se localizan debajo de las hojas cerca de la vena central. Los huevos son ovopositados individualmente o en pequeños grupos (CATIE, 1999).

En particular la especie *Plutella xylostella* L. conocida como polilla de la col, causa graves afectaciones al producir perforaciones en los repollos, mermando su calidad e inutilizándolos para el consumo (Martínez et al, 2007). Se encuentra ampliamente distribuido en toda la isla de Cuba causando serias afectaciones haciendo perforaciones en la lámina aunque bastante menudo dejan la epidermis superior intacta, lo que constituye un daño bastante característico de esta especie.

Estos presentan metamorfosis holometábola. La hembra deposita una media de 150 huevos en la superficie de la hoja, son de color blanco amarillento. Estas larvas son muy pequeñas (1 a 1.5 mm) e incoloras. Los tres estados larvales son de color verde amarillo y con la cabeza color verde claro hasta marón claro, después de 20 a 25 días, alcanza su máximo desarrollo con unos 10 a 12 mm de longitud. La transformación del adulto de demora entre 5 y 7 días, este es inquieto y especialmente activo en las primeras horas de la noche, aunque también vuela durante el día. Es de color gris amarillento, de 7 a 9 mm de longitud. (Martínez et al., 2007).

La plaga muestra particularidades muy relacionadas con condiciones climáticas, éstas determinan su momento de aparición en el cultivo, su ciclo reproductivo y de desarrollo en general, por ejemplo en condiciones favorables de temperatura el desarrollo de una generación se produce en 8 días (AGRICO, 2000).

La plaga muestra particularidades muy relacionadas con condiciones climáticas, éstas determinan su momento de aparición en el cultivo, su ciclo reproductivo y de desarrollo en general, por ejemplo en condiciones favorables de temperatura el desarrollo de una generación se produce en 8 días (AGRICO, 2000).

P. xylostella ha inducido a la utilización de productos químicos como medio de control de la plaga con tendencias a la sobre dosificación y mezclas de varios productos, debido a la falta de asistencia técnica, a la oferta y popularidad de los

insecticidas biológicos, (Ríos, G, M. 1994). El uso indiscriminado ha conllevado a la adquisición de resistencia de la plaga a los productos químicos utilizados (Carazo et al., 1999).

El uso irracional de los plaguicidas en el manejo de la polilla provoca alto contenido de sustancia tóxica en el cultivo, por lo que se buscan nuevas alternativas fitosanitarias de origen vegetal, en el control de esta plaga y de esta manera recomendarlo a los productores repolleros a reducir el uso de plaguicidas químicos sintéticos altamente contaminantes en el manejo de *P. xylostella*, que sean amigables con el medio ambiente, de bajo costo (Sarria, 2005).

Barrueta 2013 plantea solo para el control de *P. xylostella* en el cultivo de la col *B. oleracea* Extracto acuoso de helecho + humus de lombriz, los cuales han mantenido los niveles de la plaga en estudio por debajo del umbral de daño económico

Investigaciones realizadas en el municipio de Abreus en el cultivo col, para el control de *P. xylostella* con extracto acuoso de *Euphorbia láctea* Haw demostraron efectividad mayor al 60% (Barrueta, 2013)

Capítulo 2

3. Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en el laboratorio de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” en la provincia de Cienfuegos, en el periodo comprendido de 2014 – 2017 con la finalidad de comprobar la eficacia del jugo del henequén (*A. fourcroydes*,) por contacto e ingestión para contrarrestar los efectos dañinos provocados por *P. xylostella*, mediante el desarrollo de una investigación experimental, donde se utilizó un diseño según la condición (“*in vitro*”) completamente aleatorizado con cinco tratamientos y cuatro réplicas.

3.1 Determinar los metabolitos secundarios del jugo de henequén mediante tamizaje fitoquímico.

El material vegetal se adquirió en el proceso desfibrado de la hojas de *A fourcroydes* de la planta desfibradora en la máquina del tipo Stella Krupp con procedencia alemana, Empresa Henequenera Juraguá. El material fue recolectado en recipiente de 5 L luego se sometió a filtrado con una temperatura ambiente, se determinó el PH en el laboratorio de Química de la Universidad de Cienfuegos con el equipo HPCI V6.0 Scientific y conductividad con el equipo Model DDJJ.308.

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)

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

Procedimiento: Si la alícuota está disuelta en un solvente orgánico, este debe evaporarse en baño María de agua y el residuo redisolverse en 1 mL de HCl (1%). Si por el contrario el extracto es acuoso a la alícuota de ensayo se le añade una gota de ácido clorhídrico concentrado, se calienta suavemente y se deja enfriar hasta acidez. A ambas soluciones acuosas ácida se le añaden 3 gotas del reactivo de Drangerdorf.

Evidencia: Si se producen complejos insolubles, de tal manera que, si hay opalescencia el ensayo se considera positivo (+), si turbidez definida (++) y si precipitado (+++).

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: Si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y redisolverse en la menor cantidad de alcohol (1 mL). En estas condiciones se adiciona 1 mL de reactivo

Evidencia: la aparición de una coloración se considera (+) y de un precipitado (++)

Prueba para reconocer en un extracto la presencia de **quinonas**.

Otros reactivos que pueden utilizarse: KOH al 5% en agua o NH₄OH al 5% en agua

Procedimiento: A la alícuota disuelta en cloroformo, (si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño María de agua y el residuo redisolverse en 1 mL de cloroformo), se adiciona 1 mL del reactivo. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación.

Evidencia: el ensayo se considera positivo si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado a rojo, puede dar un criterio semicuantitativo si la coloración es rosada entonces se considera (++) , y si es roja entonces es (+++).

Prueba para reconocer en un extracto 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: Para ello si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño María de agua y el residuo redisolverse en 1mL de cloroformo. Se adiciona 1mL de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo se dejan correr 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar.

Observación: Para realizar este ensayo no puede haber agua en el medio de reacción, pues esta con el ácido sulfúrico puede reaccionar de forma violenta.

Evidencia: Un ensayo positivo se tiene por un cambio de coloración:

1. Rosado- azul muy rápido.
2. Verde intenso, visible aunque rápido.
3. Verde oscuro- negro, final de la reacción.

A veces el ensayo queda en dos fases o desarrollo de color. Muy pocas veces puede observarse el primer cambio. El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos. Esta reacción también se emplea para diferenciar las estructuras esteroidales de las triterpénicas, las primeras producen coloraciones azul a azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes.

Prueba para reconocer en un extracto la presencia de **azúcares reductores**

Procedimiento: Para ello si la alícuota del extracto no se encuentra en agua

debe evaporarse el solvente en baño María de agua y el residuo redisolverse en 1-2mL de agua. Se adicionan 2mL del reactivo (A+ B recién preparado) y se calienta en baño de agua de 5-10 min.

Evidencia: El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece un precipitado rojo.

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

Procedimiento: Si la alícuota se encuentra en etanol, se diluye en 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10min

Evidencia: El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2mm de espesor o altura y persiste por más de 2 min.

Prueba para reconocer la presencia de **compuestos fenólicos y/o taninos**. Si el extracto de la planta se realiza en etanol el ensayo determina tanto fenoles como taninos, Si el extracto es acuoso, el ensayo determina fundamentalmente taninos.

Procedimiento: A una alícuota del extracto etanólico se le adicionan 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica.

Si la alícuota es acuosa entonces se le añade acetato de sodio para neutralizar y 3 gotas de la solución reactiva.

Evidencia: Un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- Desarrollo de una coloración rojo –vino, compuestos fenólicos en general.
- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos.

Prueba para reconocer la presencia de **flavonoides** en el jugo del vegetal

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

- Si no se observan bien los colores se añade 2 mL de agua y se agita la mezcla con 1 mL de alcohol amílico y se observan los colores en esta fase.

- Si el extracto se encuentra en agua, se procede de igual forma hasta la adición del ácido clorhídrico concentrado y se añade 1 mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que las mismas se separen.

Evidencia: El ensayo se considera positivo cuando aparece una coloración o el alcohol amílico se colorea de diferentes colores, intensos en todos los casos.

Los colores están relacionados con la estructura del flavonoide.

Flavonas	Amarillo, naranja a rojo
Flavonoles y Flavononoles	Amarillo - carmin
Flavononas	Carmin a magenta

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

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

Evidencia: Este ensayo se considera positivo cuando se desarrolla un color violáceo.

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 enfría a 0-5 °C durante 15 min.

Evidencia: el ensayo es positivo si la solución toma una consistencia gelatinosa

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

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

Material biológico

Para iniciar y mantener la cría de *P. xylostella* L. se recolectaron larvas y pupas en el organopónico de Planta oxígeno y el T15, luego fueron criadas sobre hojas de col y las pupas para lograr estados adultos que pasaron dentro de jaula de cría antiaphido (2,5x2,3x1,5m) a temperatura ambiente, donde se colocaron machos y hembras para la reproducción y obtener larvas en el instar L1 y L2, se mantuvo la alimentación de las larvas colocando un algodón humedecido con agua destilada estéril en el pedúnculo y rodeando a ésta, para evitar que las larvas escapen y al adulto con un algodón embebido en agua azucarada.

3.2 Determinar eficacia “in vitro” por ingestión sobre *P. xylostella* en el cultivo de col.

Para iniciar y mantener la cría de *P. xylostella* L.(material biológico) se recolectaron larvas y pupas en el organopónico de Planta oxígeno y el T15, luego fueron criadas sobre hojas de col y las pupas para lograr estados adultos que pasaron dentro de jaula de cría (2,5x2,3x1,5m) a temperatura ambiente, donde se colocaron machos y hembras para la reproducción y obtener larvas en el instar L1 y L2, se mantuvo la alimentación de las larvas colocando un algodón

humedecido con agua destilada estéril en el pedúnculo y rodeando a ésta, para evitar que las larvas escapen.

El diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 4 x 6 x 4, seis tratamientos, cuatro réplicas, 24 magentas (unidades experimentales) a las cuales se realizaron diez observaciones incluyendo al testigo con agua estéril.

Se utilizaron magentas que fueron lavadas con agua y detergente líquido, posteriormente con agua destilada las cuales se escurrieron y se secaron al aire.

Las hojas de col fueron lavadas con agua para eliminar restos de partículas que quedaron impregnadas, se enjuagaron con agua destilada y secaron al aire.

Para la utilización del jugo de henequén se filtró, se prepararon el resto de las disoluciones a partir del jugo puro al 12,5%, 25%, 50%, 75%, 100% con agua estéril, se utilizaron probetas graduadas de 25, 50, 75, 100, mL. Se asperjaron con un aplicador manual y se comenzó por la disolución menor 12,5% hasta la mayor 100%.

Para evaluar la eficacia se colocaron sobre las hojas diez larvas con la ayuda de un pincel las cuales reaccionan cuando se le molesta. Se colocaron tres hojas pequeñas de col por magentas a las que se le realizaron tres asperjaciones en total, una por el haz y dos por el envés, para envenenar el alimento, después se colocaron las larvas en las magentas.

Se realizaron observaciones 24, 48, 72 y 96 horas. Cada momento de observación se contabilizaron las larvas vivas por magentas (réplica). Se determinó el porcentaje de mortalidad por variante, el porcentaje de eficacia biológica por la fórmula (Henderson- Tilton)

% eficacia

$$1 - \frac{td}{ta} \times \frac{Ca}{Cd} \times 100$$

Donde

ta: individuos vivos antes del tratamiento.

td: Individuos vivos después del tratamiento.

Ca: testigos antes del tratamiento.

Cd: testigos después del tratamiento.

Con los datos de mortalidad obtenidos por cada variante se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov, un análisis de varianza, empleando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15. Las medias fueron transformadas en $2 \arcsin \sqrt{p}$ y comparadas por el Test de Tuckey con 5% de probabilidad de error.

3.3 Determinar eficacia “*in vitro*” por contacto sobre *P. xylostella* en el cultivo de col

Se utilizaron magentas que fueron lavadas con agua y detergente líquido, posteriormente con agua destilada las cuales se escurrieron y se secaron al aire.

Para la utilización del jugo de henequén se filtró, se prepararon el resto de las disoluciones a partir del jugo puro al 12,5%, 25%, 50%, 75%, 100% con agua estéril, se utilizaron probetas graduadas de 25, 50, 75, 100, mL. Se asperjaron con un aplicador manual y se comenzó por la disolución menor 12,5% hasta la mayor 100%.

Para evaluar la eficacia se asperjaron las disoluciones del jugo en las magentas, una asperjación en la tapa y dos en el interior de la magenta, las larvas estuvieron fuera sin alimento aproximadamente 30 minutos. Pasado los 30 minutos se colocaron las larvas. Se observaron a las 24, 48, 72 y 96 horas y se procedió al análisis estadístico.

Capítulo 3

4. Resultados y Discusión

4.1. Determinación los compuestos del jugo de henequén (*A. fourcroydes*) mediante tamizaje fitoquímico.

Se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico realizado al extracto acuoso presentes en el jugo de henequén, destacan en primer lugar saponinas, triterpenos esteroides, seguidos de taninos y fenoles, flavonoides y en menor cantidad aminoácidos libres, coumarinas, azúcares reductores y mucilagos, no se observó alcaloides, quinonas (Tabla 1).

Se confirmó la presencia de saponina y triterpenos principio activo al cual se le atribuye propiedad larvicida probado en estudios realizados para evaluar dicha actividad. Otros autores han informado de las propiedades insecticida de *A. fourcroydes* L.

Tabla 1. Contenido de metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico del jugo *A fourcroydes* L.

Metabolitos	Extracto acuoso
Alcaloides	-
Aminoácidos libres)	+
Coumarinas	+
Saponinas	+++
Flavonoides	++
Azúcares reductores	+--
Taninos y fenoles	++
Mucilago	+
Quinonas	-
Triterpenos y/o esteroides	+++

El signo (+++) presencia del metabolito en altas concentraciones (++) significa que se obtuvo modera presencia del metabolito, (+) en bajas concentraciones en el extracto, (-) se obtuvo ausencia del metabolito en el extracto..

Estos resultados concuerdan con estudios fitoquímicos similares en diferentes especies del género *Agave* (Hammuel et al., 2011; Kadan et al., 2012; Rizwan et al., 2012, (Almaraz-Abarca , González- Elizando, Campos, Ávila Sevilla, & Delgado Alvarado , 2013)

La presencia de metabolitos secundarios en *A. fourcroydes* a sido referida por otros autores ((Bernavidez, 2001); Ríos y Aguilar- Guadarrama, 2006; Khade et al., 2011)

Esta investigación coincide con los resultados obtenidos por (Dunder, y otros, 2013) en *A. sisalana* Perrine. mostraron la presencia de saponinas esteroidales.

Estos estudios concuerdan con los resultados obtenidos en extractos etanólicos en hojas de *A. fourcroydes* con efecto bactericida en *Staphylococcus epidermidis* (Chigodi, Samuel, & Muthangya, 2013)

Los resultados obtenidos con relación al extracto *A. fourcroydes* L. coinciden con estudios similares realizados en otras especies del género *Agave*. En trabajos realizados (Chrinios, Yebpella , Shallangwa, Mangoya, & Agbajil, 2011) con extractos acuosos y metanólicos de hojas de *A. sisalana* Perrine. con actividad antibacteriana *Staphylococcus aureus*.

Se obtuvo una gran cantidad de saponinas y triterpenos que poseen efecto larvicida demostrado, lo que explica su éxito. La mayor diversidad de metabolitos secundarios se identificaron fundamentalmente con el extracto acuoso lo que justifica el porqué es el extracto más utilizado para la extracción de éstos en las plantas.

Al analizar los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico realizado al jugo, se comprueba la diversidad de metabolitos secundarios con respuestas positivas presentes en *Agave fourcroydes* L. lo que justifica la alta utilidad atribuida a dicha planta en la cura de diversas afecciones (Lancome , y otros, 2013)

4.2. Determinación de la eficacia “*in vitro*” por ingestión sobre *P. xylostella* en el cultivo de col.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” en la provincia de Cienfuegos, en el periodo comprendido de 2014 – 2017 con la finalidad de comprobar la eficacia del jugo del henequén (*Agave fourcroydes*, Lem) por ingestión para contrarrestar los efectos dañinos provocados por la *Plutella*, mediante el desarrollo de una investigación experimental, donde se utilizó un diseño según la condición (“*in vitro*”) completamente aleatorizado con seis tratamientos y cuatro réplicas.

En las distintas disoluciones y en el ensayo por ingestión se observó la eficacia, a las 24 horas comienzan a disminuir las larvas vivas de *Plutella xylostella* L, siendo el mayor número de larvas muertas a las 48 horas de realizado el tratamiento y el mayor número en la disolución del 100%. Estadísticamente se observan diferencias entre la disolución del 100% con respecto al 75%, 50%, 25% y el 12.5% a las 24, 48, 72 y 96 horas. De forma general el efecto insecticida del jugo se observa en todas las disoluciones (Tabla 2)

Es importante referirse que en el manual de la Agricultura Urbana (MINAGRI, 2007) se plantea la utilización de diez plantas con uso fitosanitario, en las que no se incluye ninguna para el control de la polilla de la col, mientras que (Ortega, 2008)refirió el uso de 36 especies para el municipio de Abreus en el compendio de plantas forestales con uso fitosanitario en la Agricultura Urbana de Cienfuegos, y cita a *Euphorbia lactea* Haw con uso fitoplaguicidas pero no la recomienda en el cultivo de la col.

En investigaciones realizadas con *Euphorbia lactea* Haw en el cultivo de la col, se obtienen eficacia a las 24 horas con el 50 % de concentración (Barrueta, Martín, & Castellanos, 2013).

Tabla 2. Eficacia biológica por ingestión del jugo de *A fourcroydes* L. sobre *P. xylostella* (L) a las 24, 48,72 y 96 horas.

Tratamientos Dilusiones	24 horas		48 horas		72 horas		96 horas	
	% eficacia	Media	% eficacia	Media	% eficacia	Media	% eficacia	Me dia
0	0,69b	15	0,69b	15	0,69c	15	1,04c	25
12,5%	1,02b	25	1,25b	35	1,41b	42	1,62b	52
25%	0,89b	20	1,20b	32	1,36b	40	1,67b	55
50%	1,04b	20	1,65b	32	1,26bc	35	1,62b	52
75%	1,10b	27	1,31b	37	1,36b	40	1,88b	65
100%	1,77a	27	2,85a	95	2,81a	95	2,81a	95
CV(%)	16,4		13,8		18,36		12,5	
ET*	0,1		0,25		0,14		0,1	

Letras desiguales difieren para un $p < 0.05$ (Lerch, 1977)

4.3. Determinación de la efectividad “*in vitro*” por contacto sobre *P. xylostella* en el cultivo de col.

En las distintas disoluciones y en el ensayo por contacto se observó la eficacia, a las 24 horas en la disolución al 100% que alcanza el mayor porcentaje a las 48 horas de realizado el tratamiento Estadísticamente se observan diferencias entre la disolución del 100% con respecto al 75%, 50%, 25% y el 12.5% a las 24, 48, 72 y 96 horas. De forma general la eficacia insecticida del jugo se observa en todas las disoluciones (Tabla 3).

La eficacia del jugo de *A. fourcroydes* a las 48 horas concuerdan con los resultados de un 100% de mortalidad a las 48 horas con efecto molusquicida (Arivoli & Tennyson , 2011) Hammami et al 2011)

Al respecto se cuenta con los resultados de estudios realizados con el extracto natural de *Furcraea antillana* (Jacq.) Urban se obtienen efectividades técnicas sobre *Myzus persicae* Sulzer superiores al 73 % “*in vitro*” (Fernández, 2009) y (Castellanos, Fernández, Isabel, Soto, & Martin, 2011)

Tabla 3 Eficacia biológica por contacto del jugo de *A fourcroydes* L. sobre *P. xylostella* (L) a las 24, 48, 72 y 96 horas.

Tratamientos	24 horas		48 horas		72 horas		96 horas	
	% eficacia	Media	% eficacia	Media	% eficacia	Media	% eficacia	Media
0	0,000a	0	0,6435a	10	1,0882a	27,5	1,0882a	27,5
12,5%	1,5686b	50	2,1747b	77,5	2,9827b	97,5	2,9827b	97,5
25%	1,7766bc	60	2,3562bc	85	3,1416b	100	3,1416b	100
50%	1,8269bc	62,5	2,4271bc	87,5	3,1416b	100	3,1416b	100
75%	2,0983cd	75	2,8198cd	95	3,1416b	100	3,1416b	100
100%	2,4271d	87,5	3,1416d	100	3,1416b	100	3,1416b	100
CV(%)	12,52		9,4				6,7	
ET*	0,10		0,10				0.09	

Letras desiguales difieren para un $p < 0.05$ (Lerch, 1977)

Nótese que desde las 24 horas los valores de eficacia para las disoluciones máxima, medias y mínimas logradas fueron superiores a 40% consideradas aceptables si se tiene como referencia a Silva (2001) (González , 2009) quienes señalan como prometedoras aquellos tratamientos con mortalidad superior al 40%.

5. Conclusiones

1. En estudio fitoquímico se comprueban los metabolitos que tienen eficacia insecticida sobre las larvas de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de col.
2. La disolución del 100% es la que alcanza mayor nivel de eficacia en el ensayo realizado en condiciones “*in vitro*” con acción por ingestión y por contacto.
3. Se logra mayor eficacia en el ensayo realizado en condiciones “*in vitro*” por contacto.

6. Recomendaciones

1. Realizar la evaluación fitoquímica de las hojas de *A fourcroydes* en diferentes épocas del año.
2. Evaluar la eficacia de jugo de *A fourcroydes* en condiciones de campo en el cultivo de col

7. Bibliografía

- Agrawal P. K.; Jain D. C.; Gupta R. K.; Thakur R. S., (1985). "Carbon-13 NMR spectroscopy of steroidal sapogenins and steroidal saponins.", *Phytochemistry*, 24, 2479-2496.
- Altieri, M.A. (1994). Bases ecológicas para una producción agraria sostenible .Agrotécnica Técnica. Chile 54 (4):371-386.
- Altieri, M. A. Agroecología: (1997) Bases científicas para una agricultura sustentable. – [s.l: s.n.], – 249 p.
- Altieri, M., Nicholls C.I. (2000). Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie de textos básicos para la formación ambiental, Primera edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. 250p.
- Almaraz – Abarca N, González- Elizando,M., Campos., Ávila Sevilla. Z. E, Delgado Alvarado, E N, Ávila- Reyes J A (2013).Variability of the foliar fenol propiles of the *Agave victoriae - rojinoe complex (Agavaceae)*. Botanical Sciences. 91(3):295- 306.
- Arivoli. S. and Tennyson, S. (2011). Larvicidad and adult emergence inhibition activity of *Abutilon indicum* (Linn) (Malvaceae)leaf extracts against vector mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Biopesticides*. 4: 27- 35.
- ARICO. (2000).Catálogo de variedades paperas (vol.12).Holanda.
- Barrueta, O. Martín C. V, Castellanos. L (2013). Efectividad del exytracto acuoso de *Eufhorbia láctea* Haw como alternativa local para el control de *Plutella xylostella* L en col (*Brassica oeracea* L)
- Benavidez J.E (2001). Árboles y arbustos forrajeros, una alternativa agroforestal para la ganadería. Conferencia electrónica de la FAO sobre la producción animal en Latinoamérica. Disponible en:
<http://lead.virtualmente.org/es/ele/conferencia1/bnvdes23.htm>.22p consultdo

- (abril 2015).
- Carazo R, E., Cartín, L.V., Monge, V.L., Lobo, S.J, & Araya, R.L. (1999).
Resistance of Plutellaylostella to deltamethrin, methamidophos and cartap in Costa Rica.
- Castellanos L.; Fernández, A. O., Isabel ; Soto, R; Martin C. (2011). Efectividad del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban Sobre *Polyphagotarsonemus latus* Banks en condiciones de laboratorio. *Protección Vegetal*, 26, 3.
- Castellanos. L., Aslengo. J-A, Yero. Y .,Herrera. y Fernández. R.R (2010) . Incidencia de plagas y enfermedades.
- Castellanos (2006). Los extractos vegetales en el Manejo de plagas. Conferencia de la Maestría de Agricultura Sostenible. CETAS. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Castellanos, L.; T. Rivero.; B. Roselló.; R. Jiménez.; M. Dueñas, A. Rodríguez. y R. Acea. (1998). Manual para el establecimiento de las Manejos Integrados de Plagas en la Provincia Cienfuegos, L.P.S.V. 50p.
- Castillo, S.B (2009).Artículo de Juventud Rebelde Desechos Milagrosos.
- CATIE. (1999). Manejo Integrado Plagas en el cultivo de repollo. Serie Técnica. Manual Técnico. Managua. Nicaragua.
- CAB Internacional. (2006). *Crop Protection Compendium* (Wallingfold, UK, CAB International.).
- Carazo R, E., Cartín, L.V., Monge, V.L., Lobo, S.J, & Araya, R.L. (1999).
Resistance of Plutellaylostella to deltamethrin, methamidophos and cartap in Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (CAB ABSTRACTS.). Source.
- Chaieb, I.: Saponins as Insecticides: a Review Ikbal Chaieb, Laboratoire de Protection des Végétaux, INRAT, 2080 Ariana, Tunisia ABSTRACT.
- (2010). Saponins as insecticides: a review. *Tunisian Journal of Plant Protection* Vol. 5, No. 1. 39- 50.p.
- Chigodi,M.O., Samuel. D. K. and Muthangya. M.(2013). Phytochemical

screening of *Agave sisalana* Perrine leaves(waste).International technology
. 4(4):200.2-4

Chrinios, H., Yebpella.G.G., Shallangwa. G.M. Magomya. A.M and Agbaji. A.S.
(2011). Phytochemical and antimicrobial screening of metanol and aqueous
extracts of *Agave sisalana*. Acta Polonice Pharmaceutice and Drug
Research,68 (4):535- 539.

Ciba Geygi. 1981 Manual de ensayo de campo, 2da edición. Basilea. Suiza,
p. 11-20.

CITMA. (2007). Estrategia Ambiental Nacional. Ministerio de Ciencia
Tecnología y Medio Ambiente. República de Cuba.

Cruz, C., L. Del Castillo, M. Robert, R.N. Ondarza. (2000). Biología y
aprovechamiento integral del henequén y otros agaves. Centro de
Investigaciones.

Cuellar, I.; M. León; A. Gómez; D. Piñón; R. Villegas, y I. Santana, (2003).
Caña de azúcar paradigma de sostenibilidad. Edición Publica. INICA.
Cuba. 73pp. ISBN 959-7023-24-6.

Dahlgren, R.M.T. (1985). The families of the Monocotyledons. Structure,
evolution and taxonomy. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. Germany

Debnath. M. Pandey. M., Sharma, R., Thakor, G. S and Lal, P. (2010).

Biotechnological intervention of *Agave sisalana*, *Agave* unique Fiber yieding
plant with mecicinal property. Journal of Medical Plant. Research. 4: 177-
187.

Dewey, H. (1941). Principales fibras textiles. La Hacienda. 10(11): 79,
Diciembre.

Dunder, R.J., Luis Ferreira. A, Alves de Almeida A.C Meira de – Faria, F.,
Takayama. C, Rabelo. E.A. Salvador M.J., Coelho. G, dos Santos.C,, Olivia-
Neto. P. and Monteiro A. (2013). Applications of the exanic fraction of *Agave*
sisalana Perrine ex): Control of inflammation and pain screenig. Mem Inst.

- Oswaldo Cruz, Río de Engelm (*Asparagaceae*) Janeiro. 108 (3): 263- 271.
- Echemendía Pérez, M. (2010). Libro Sanidad Vegetal ISCAH, Tomo 1, página:161, ISBN 978-959-07- 1368-2 Obra completa, 978-959-07-1369-9.
- EPP Yaguaramas (2010). Informe de campaña del cultivo col. ETPP de Yaguaramas.
- Estrada, J., M. T. López. (2000). Los Bioplaguicidas en la Agricultura Sostenible Cubana. Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical. Alejandro Humboldt. INIFAT. C. de la Habana. 6p.
- Fernández – Larrea, Orietta. (1997) “Actualidad y perspectivas en la producción e investigación de bioplaguicidas, Situación en Cuba”, V Encuentro Nacional Científico- Técnico de Bioplaguicidas, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana,22-23 de Octubre, pp.9-15.
- Ferrer JR, Díaz R. Estudio de la actividad molusquicida de diferentes plantas sobre *Biomphalaria havanensis* hospedero intermedio potencial de esquistosomiasis en Cuba. Rev Cubana Medicina Tropical.1994.
- Ferrer JR, Sánchez R, Perera de Puga G, Yong M, Sánchez J. Estudios de la acción molusquicida del maguey (*Agave legrilliana*), sobre *Biomphalaria havanensis* en el laboratorio. Rev Cubana Med Trop 1993;45(2):118-121.
- FIBRATEX, (2000).Publicaciones del I Simposio Internacional de fibras naturales. Universidad de Matanzas. Camilo Cienfuegos.
- Freire Fierro, A. (2004). Botánica Sistemática Ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNBOTANICA. Murray Print, St. Louis. 79-91
- González, C. y E. Rivas: (2000). Conferencia del curso de pos grado sobre Manejo Integrado de plagas. Tema II Mip, evaluación del concepto. Maestría Ciencias Agrícolas universidad de la Habana.
- Guerra de León J. O. (2005). "Compuestos con actividad antiparasitaria del

- Agave brittoniana* T.". Tesis Doctoral. Departamento de Química Orgánica. Universidad de Cádiz.
- Guerra, J. O., Meneses A, Simonet A, Macías F, Nogueira C, Gómez A José A. Escario. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomona vaginalis*. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (4): 1645-1652.
- González et al., (2009). Control de *Sitophilus seamais* con polvos vegetales de una especie de la familia *Fabacea* (49-1-VIV).
- González Mass, M.C (2012). Factores que afectan la calidad de la producción de la fibra de henequén (*Agave fourcroydes*, Lem) en la provincia de Cienfuegos. Tesis Presentada en Opción del Título Académico de Máster en Agricultura Sostenible, Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
- Hammuel.C., Yebpella. G. G Shallangwaa. G.A. Asabe. M. Magomya. A.M and Agbaji. A. S (2011). Phytochemical and antimicrobial screening of metanol and aqueous extracts of *Agave sisalana*. Acta Panoniae Pharmaceutica- Drug Research. 68:535- 579.
- Hernández. A. Leslie Manuel (2015). Evaluación fitoquímica y biológica de extractos de hojas de *Agave fourcroydes* Lem y *Hamelia patens* Jacq. Tesis en opción al Título Ingeniero Agrónomo
- Iannacone.J., La Torre, M.I., Alvariño., L., Cepeda. C. Ayala., .H. and Argota. G. (2013). Toxicidad de los bioplaguicidas *Agave americana*, *Furcrae andina* (Asparagaceae) y *Sapodan saponaria* (sapindaceae) sobre el caracol invasor *Melannoides tuberculatela* (Thiaridae). Neotrop. Helminthol. 7 (2): 231 – 241.
- Itabashi, M. Segawa K., Ikeda Y., Kondo S., Naganawa H., Koyano, T., Umezawa, K. (2000). "A new bioactive steroidal saponin, furcreastatin,

from the plant *Furcraea foetida*", *Carbohydr. Res.* 323, 57-62.

Kadam P.V, Yada. K.N, Deota. R.S, Narappaaur N.S. Shivatare. R.S and Patil.M.J (2012). Pharmacognostic and phytochemical studies on roots of *Agave Americana* (Agavaceae). *International of Pharmacognosy and Phytochemical Research.* 4 (3): 92- 96.

Khade. K.V, Dubey. H, Tenpe Ch. R, Yeole P.G and Patole. A.M (2011). Anticancer activit y of the ethanolic extracts of *Agave americana* Leaves. *Pharmacology on line* 2: 53- 68.

Kulmans, E y Vázquez, D. (2002). *Manual de agriculturaecologica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación.* Ed. SIMAS – CICUTEC, Managua, Nicaragua.

Lauzardo, J. (2005). *Introducción al Manejo agroecológico de plagas en la agricultura urbana (Cuba.).* Científico-Técnica.

Leng, P., Zhag, Z., Pan G., Zhao, M. (2011) Applications and development trends in biopesticidas. *African Journal of Biotechnology.* 10 (86). 198 64-19873

León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales.* Instituto. Interamericano de cooperación para la agricultura. 1-445.

Macías, F. A.; J. O. Guerra; A. M. Simonet, y C. Nogueira. (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., Robesti, L., & Santos, R. (2007). *Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico* (CNSV, Cuba.). Entrepueblos, España; GVT, Italia. *Manejo Integrado de Plagas (CAB ABSTRACTS.).* Source .AGRICO. (2000). *Catálogo de variedades paperas* (Vol. 12). Holanda.

Orama, R., Echavarría, I., & Rivera, M. (2003). Posibilidades de control de enfermedades a partir de productos naturales y controles biológicos en las plantas medicinales. En *Memorias del Evento Agrobiología y Agroecología*

- de las Plantas Medicinales. La Sierrita, Cumanayagua, Cienfuegos.
- Ortega, I. (2008). Plantas forestales con propiedades repelentes y/o fitoplaguicidas en la agricultura urbana en Cienfuegos. Tesis presentada en opción del título Académico de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad de Pinar del Río. Cuba..
- Ortega, I, Villavicencio, R, R. Troncoso. R y Bosque. E. (2008). La evaluación del potencial fungicida de extractos e isothioyanatos de las plantas de la familia *Brassicaceae* para reducir en el Gladiolo la infección rojiza. Mexico.
- Peniche, R, P. (1985) Evolución histórica de la producción de henequén en Yucatán. Biología y aprovechamiento integral del henequén y otros agaves. CICY p. 1.
- Pereira da Silva, B. Oliveira, P., Paz, J. (2006). "Chemical structure and biological activity of steroidal saponins from *Furcraea gigantea*", *Chem. Nat. Comp.* 42, 316- 321.
- Pérez. E. Díaz J, Rogríguez M (2010). Manejo Integrado de Plagas en almacenes, silos, instalaciones de la Industria molinera y transportista de alimentos. Editora. Centurio, SA.
- Pino, Oriela.; Sánchez, Yaíma.; Rojas, Miriam. M. (2013). REVIEW ARTICLE
Plant secondary metabolites as alternatives in pest management. II: An overview of their potential in Cuba. *Rev. Protección Veg.* Vol. 28 No. 2: 95-108.
- Piñón, D. (2002). Hacia una fitoprotección ecológica de plagas. Manual para productores. Ediciones Publinica, MINAZ .p.68
- Puente, M.; K. Allaert ; L. Herrera .; N. Suárez .; S. Torres .; C. Pérez . y M. Rodríguez. (2003). Determinación de la actividad alelopática de extractos vegetales sobre algunos hongos fitopatógenos del suelo. *Centro Agrícola.* Año 30. No. 1 ene-mar. ISBN 0253-5785.
- Rao, S., & Lal, O. (2004). Insect pests complex of cabbage under Delhi

conditions. Journal of Applied Zoological Researches. Source: CAB ABSTRACTS, 15(1).

- Ríos, G. M. (1994). Evaluación de productos botánicos y biológicos para el Control de *Plutella xylostella* en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) Híbrido Izalco, en época de apante, Managua, Nicaragua. En: Sarantes D., P. Mendoza.
- Ríos, M.y and Aguilar- Gadarrama A. B (2006). Indolic alkaloids. Terpenes. Sterois and flavonoids from de leaves Hamelia pateus Jacquin. (Rubiaceae). Revista cubana de Plantas Medicinales. 11.
- Riswan. K., Zubair. M. Rasool.N., Riaz. M Zia- UL- Hay. M. and de Feo. V. (2012). Phytochemical and biological studies of *Agave attenuata* International Journal of Molecular Scrences. 13:6440- 6451.
- .Sarria, M. (2005). Evaluación de dos cepas de *Bacillus thuringiensis* y Neem para el control de *Plutella xylostella* en repollo (*Brassica oleracea*), informe Técnico, INTA/CEVAS.
- Sarantes, D., y Mendoza, P. (2003). Evaluación de insecticidas botánicos y biológicos contra la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en cultivo de repollo, *Brassica oleracea* var. *Capitata* en el Valle de Sebaco Matagalpa 2002-2003. Tesis para optar al Título de ingeniero en agroecología tropical., Nicaragua.
- Sarantes, D., & Mendoza, P. (2003). Evaluación de insecticidas botánicos y biológicos contra la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en cultivo de repollo, *Brassica oleracea* var. *capitata* en el Valle de Sebaco Matagalpa 2002-2003. Tesis para optar al título de ingeniero en agroecología tropical., Nicaragua.
- Sarria, M. (2005). Evaluación de dos cepas de *Bacillus thuringiensis* y Neem para el control de *Plutella xylostella* en repollo (*Brassica oleracea*), informe Técnico, INTA/CEVAS.
- Sobrino, J. F. V., Aniurka; Ortega M, Isabel; Castellanos G, L (2016). Efecto insecticida del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre *Plutella*

xylostella L. *Centro Agrícola*, 43, 6.

Tevini, M., Braun, J. and Freser, G. (1996) the protective function of the epidermal layer of rye seedlings against ultraviolet – Radiation.

Photochemistry and Photobiology. 53 329- 333.

Torres García, Sinesio, Girado López, Yunelsy & Puentes Isidró Mayra.

(2006) Efectos alelopáticos de extractos acuosos de sorgo (*Sorghum bicolor Moenh*) sobre la germinación y el crecimiento de especies cultivadas. *Centro Agrícola*. Año 33. No1.

Vázquez, L. (2011) Manual para la adopción de manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura Sburana, Volumen 1,(libro).279 p.

Vázquez, L. (2007). Adopción de prácticas agroecológicas para el manejo de plagas por los agricultores cubanos. *Agricultura Orgánica*. ACTAF. Año 13. No. 2. ISBN 1028-2130.

Vázquez. L, Fernández. E, y Lauzardo. J. (2005). Introducción al Manejo Agroecológico de plagas en la agricultura urbana. (Cuba). Científico Técnica

Vázquez. L. (2004). *Manejo Agroecológico de la Finca*. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. (INISAV.). Cuba: Científico-Técnica

Vázquez, L. (2003). Agroecología y agricultura sostenible y orgánica. Manejo agroecológico de Plagas. Integración del Control Biológico. Cuba. Curso Internacional producción y uso de bioplaguicidas en diferentes Agroecosistemas. 8 pp. ISBN 959-246-100-7.

Vázquez, L., Fernández, E., y Lancome.J., Lamas. G. (2002). Efecto de extracto botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperta externa*. En *Manejo Integrado Plagas y Agroecológico* (pág.65.92 - 101)

Wikipedia. (2014). Recuperado Diciembre 6, 2014, a partir de
"http://es.wikipedia.org/wiki/Alelopat%C3%ADa.