



Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo

Título: Eficacia del jugo de *Agave legrilliana* Jacobi
Agavaceae sobre *Myzus persicae* Sulzer

Autor: Yanser Quintero Prieto

Tutores: Ing. Yhosvanni Pérez Rodríguez. MSc

Ing. Carmen Verónica Martín Vasallo. MSc

Curso: 2019 - 2020

Pensamiento



Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa.

Desaparezca el hambre y no el hombre.

Fidel Castro (1992)

Agradecimientos

- ❖ *Quiero agradecer a cada persona que ha estado a mi lado de alguna forma, ayudándome a escoger el camino correcto y que tengan presente mi eterna gratitud.*
- ❖ *A la Universidad Carlos Rafael Rodríguez por abrirme sus puertas a la enseñanza y formación.*
- ❖ *A mis tutores Ing. Yhosvanni Pérez Rodríguez. MSc e Ing. Carmen Verónica Martín Vasallo. MSc por su apoyo incondicional, dedicación y su constante esfuerzo y sacrificio.*
- ❖ *Al claustro de profesores que hicieron posible mi formación como futuro profesional.*
- ❖ *A mis padres, por haberme enseñado a aprovechar las oportunidades que me da la vida y que siempre persiga mis sueños.*
- ❖ *A mi pareja que con su amor, paciencia y comprensión me ha apoyado a salir adelante y por sus palabras de aliento que me ayudaban cuando me sentía triste.*
- ❖ *A mi hermana que siempre ha creído en mí, incluso cuando todo indica lo contrario.*
- ❖ *A mis compañeros por todas las experiencias que vivimos juntos, por su amistad, confianza y muestras de apoyo que recibí.*

Resumen

El trabajo se desarrolló en el período comprendido entre noviembre de 2019 a marzo de 2020 con el objetivo de evaluar la eficacia del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae sobre *Myzus persicae* Sulzer, insecto plagas capaz de atacar más de 40 familias vegetales (Cruciferae, Solanáceae y Cucurbitáceae), incluyendo cultivos de diversas hortalizas como papa (*Solanum tuberosum* L.) pimiento (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y remolacha (*Beta vulgaris* var). Se realizó una investigación experimental en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos, a través de ensayos *in vitro* para determinar la mortalidad por contacto y por ingestión del jugo de *A. legrelliana* sobre *M. persicae* donde en cada ensayo (ingestión y contacto) se evaluaron cinco tratamientos, cuatro concentraciones del jugo y un tratamiento control (100 %, 75 %, 50 %, 25 %, 0 %). Se realizaron observaciones cada 24, 48 y 72 horas donde se contabilizaron los insectos muertos por placa Petri. La eficacia del jugo de *A. legrelliana* por ingestión sobre *M. persicae* en concentraciones del 50 %, 75 % y 100 % alcanzaron valores superiores al 84 % de mortalidad en 72 horas de realizada la aplicación, y por contacto en concentraciones superiores al 75 % a las 72 horas se alcanzó el 100 % de mortalidad.

Palabras claves

Mortalidad, insecto plagas, concentraciones, extractos.

Abstract

The work was developed in the period from November 2019 to March 2020 with the aim of evaluating the efficacy of *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae juice on *Myzus persicae* Sulzer, an insect pest capable of attacking more than 40 plant families (Cruciferae, Solanaceae and Cucurbitaceae), including crops of various vegetables such as potato (*Solanum tuberosum* L.) pepper (*Capsicum annuum* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and beet (*Beta vulgaris* var). An experimental investigation was carried out at the Provincial Laboratory of Plant Health, through in vitro tests to determine mortality by contact and by ingestion of *A. legrelliana* juice on *M. persicae* where in each test (ingestion and contact) Five treatments, four juice concentrations and a control treatment (100%, 75%, 50%, 25%, 0%) were evaluated. Observations were made every 24, 48 and 72 hours, counting the dead insects per Petri dish. The efficacy of *A. legrelliana* juice by ingestion on *M. persicae* in concentrations of 50%, 75% and 100% reached values greater than 84% mortality in 72 hours after the application, and by contact in concentrations greater than 75% at 72 hours, 100% mortality was reached.

Keywords

Mortality, insect pests, concentrations, extracts

Índice

Introducción.....	1
1. Revisión bibliográfica	4
1.1 Manejo Integrado de Plagas	4
1.2 Seguridad alimentaria.....	4
1.3 Áfidos.....	5
1.3.1 Daños que ocasionan.....	6
1.3.2 <i>Myzus persicae</i> Sulzer es conocido como Pulgón verde del melocotonero.....	6
1.3.2.1 Medidas de control	7
1.4 Características de cultivos hospederos de <i>M. persicae</i>	8
1.4.1 Pimiento (<i>Capsicum annum</i> L.).....	8
1.4.2 Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	8
1.5 Métodos de control	9
1.6 Empleo de plantas fitoplaguicidas	11
1.6.1 Métodos de extracción de los principios activos	13
1.7 Especies de agave.....	15
1.7.1 Agavaceae como fitoplaguicida	15
2. Materiales y métodos	16
2.1 Determinación de los efectos del jugo de <i>Agave legrelliana</i> Jacobi Agavaceae por ingestión sobre <i>Myzus persicae</i> Sulzer en condiciones <i>in vitro</i>	17
2.2 Determinación de los efectos del jugo de <i>Agave legrelliana</i> Jacobi Agavaceae por contacto sobre <i>Myzus persicae</i> Sulzer en condiciones <i>in vitro</i>	17
3. Resultados y discusión	20
3.1 Determinación de los efectos del jugo de <i>Agave legrelliana</i> Jacobi Agavaceae por ingestión sobre <i>Myzus persicae</i> Sulzer en condiciones <i>in vitro</i>	20
3.2 Determinación de los efectos del jugo de <i>Agave legrelliana</i> Jacobi Agavaceae por contacto sobre <i>Myzus persicae</i> Sulzer en condiciones <i>in vitro</i>	23

Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Bibliografía	28

Introducción

La producción y consumo de hortalizas frescas a nivel mundial cobra cada día más fuerza debido al papel que desempeñan las verduras y legumbres en la dieta diaria y familiar dentro de la agricultura sostenible, por lo que necesita del enfrentamiento a las plagas, mediante técnicas apropiadas al cultivo que no alteren al medio ambiente en el que se desarrollan. Donde el conjunto de principios de la agricultura ecológica, se logra con el equilibrio de las plagas con estrategias para el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Cuellar et al., 2003).

Dentro de las principales plagas que afectan las hortalizas se encuentran los áfidos (Hemíptera: Aphididae). Insectos fitófagos ampliamente distribuidos alrededor del mundo, que con frecuencia constituyen plagas agrícolas. Entre otras especies de áfidos se destaca *Myzus persicae* Sulzer, una especie capaz de atacar más de 40 familias vegetales, que incluyen cultivos tan diversos como remolacha (*Beta vulgaris* var), hortalizas (crucíferae, solanácea y cucurbitácea) que afecta a las plantas hospederas por su capacidad para transmitir virus fitopatógenos, y a su alta tasa de reproducción (Simón, Rispe & Snnucks, 2002).

Para su control ha sido necesario el uso de productos químicos, con una amplia utilización, sin embargo, aunque la eficacia y bajo costo constituyen el método más eficaz para el control de este insecto Jeong et al. (2017). Pese a esto, en el mundo se ha elevado la preocupación del uso de fumigantes por la generación de mecanismos de resistencia en los insectos plagas a los mismos (Souza et al., 2016). La utilización de estos agrotóxicos ha representado un riesgo para la salud del consumidor final, al impactar de forma negativa en la calidad ambiental y de los alimentos.

Según 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 en los últimos tiempos 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.

Para el control de plagas sin la utilización de productos químicos han sido utilizadas las potencialidades de las plantas con propiedades biocida que han despertado interés, por el hecho de ser un método natural y de menor costo para el control de plagas en cultivos de hortalizas, granos, frutas y otros. Además de contribuir al equilibrio ecológico sin afectar de forma drástica el desarrollo, cambio y evolución de la naturaleza (González & Aycachi, 2017).

Para el manejo de los 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).

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, semi controladas y campo. Entre las familias botánicas involucradas más importantes se encuentran: Meliaceae, Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae, Clusiaceae, Piperaceae, Lamiaceae, Apiaceae y Myrtaceae (Pino, Sánchez & Rojas, 2013), sin embargo, no se menciona nada acerca del potencial insecticida de las plantas de la familia Agavaceae.

Roig (2012) señala la acción insecticida de 24 especies de plantas, pero tampoco menciona las plantas de la familia Agavaceae con este fin; solo se refiere a sus usos medicinales, sin embargo, otros autores las han estado evaluando para el control de plagas en la agricultura. Tal es el caso del jugo de dos especies de la familia Agavaceae *Agave americana* L. y *Agave legrilliana* Jacobi contra *Aphis craccivora* (Koch) (Osorio et al., 2017).

Si se tiene en cuenta estos antecedentes y que hasta el momento no han sido reportados en el país estudios relacionados con la actividad biológica de *A. legrelliana* sobre *M. persicae* se aprecia la necesidad de acometer investigaciones encaminadas a la utilización de las mismas como alternativas para el control del insecto. No obstante, surge la siguiente interrogante:

¿Qué eficacia tendrá el jugo de la especie botánica *A. legrelliana* para controlar a *M. persicae*?

Para dar respuesta a esta pregunta, se formuló la siguiente hipótesis:

Hipótesis

Si, *A. legrelliana* puede controlar por diferentes modos de acción a *M. persicae*, puede constituir una alternativa viable y ecológica para los agricultores.

Para dar cumplimiento a la hipótesis se planteó el siguiente objetivo general:

Objetivo general

Evaluar la eficacia del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae sobre *Myzus persicae* Sulzer.

De este objetivo general se derivaron los siguientes objetivos específicos:

Objetivos específicos

Determinar los efectos del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por ingestión sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*.

Determinar los efectos del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por contacto sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*.

1. Revisión bibliográfica

1.1 Manejo Integrado de Plagas

Altieri (1997) plantea que 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.

Según Vázquez (2007), 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.

Herrera et al. (2013) define el Manejo Integrado de Plagas (MIP) como una etapa superior en la protección de plantas, donde se establece una estrategia para el manejo de plagas en el contexto socio económico de los sistemas agrícolas, el medio ambiente asociado y la dinámica de la población de las diversas especies, utiliza todos los métodos técnicos apropiados y compatibles para mantener la población de la plaga por debajo del nivel de daño.

1.2 Seguridad alimentaria

La actual crisis alimentaria mundial, derivada del incremento sin precedentes del precio de los alimentos y de una reducción de su disponibilidad en el mercado mundial, redujo el acceso de muchas personas (especialmente los

pobres) a éstos en muchos países en desarrollo. También ha aumentado sustancialmente la factura que estos países pagan por importar alimentos, lo que ha generado múltiples problemas económicos, humanitarios, sociales, políticos y de seguridad. Pero, aparte de los aspectos humanitarios inmediatos, también es una crisis del modelo actual de desarrollo. Los alimentos se convirtieron en mercancías para la especulación y los negocios (Hernández et al., 2012).

1.3 Áfidos

Los áfidos (Hemiptera: Aphididae) son insectos fitófagos muy distribuidos alrededor del mundo que con frecuencia constituyen plagas agrícolas. Los áfidos exhiben características de plaga debido al daño directo que producen sobre su planta hospedera a través de la ingestión del floema, la acumulación de fumagina, de su capacidad para transmitir virus fitopatógenos, y a su alta tasa de reproducción, la que puede alternar reproducción sexual con partenogénesis (Simón, Rispe & Snnucks, 2002).

Estos organismos de pequeño tamaño (1 mm a 10 mm) tienen colores variados, como verdes, amarillos o negros. El cuerpo es blando de forma ovoidal, sin distinción evidente entre las distintas regiones (cabeza, tórax y abdomen). Pueden ser ápteros (sin alas) o alados. Estos insectos, presentan al final del abdomen dos sifones o cornículos (pequeños apéndices erectos de posición dorsal que apuntan hacia atrás o hacia arriba), por los que vierten sustancias u hormonas que repelen a sus depredadores (Delfino et al., 2007).

Se alimentan de la savia de las plantas, los cuales introducen un estilete que les permite perforar el tejido epidérmico del tallo de las plantas. Algunas especies son muy específicas, y se alimentan de una única especie de planta o cultivo (monófagas), mientras que otras se alimentan de un gran número de especies (polífagas), muchas de las cuales se destacan por su interés económico, como ser frutales, hortalizas, ornamentales y especies de valor forestal (Martínez et al., 2009).

A pesar de la gran variedad de ciclos de vida, hay ciertas características del ciclo que son comunes para la mayor parte de las especies. Por ejemplo, casi todas las especies son muy prolíficas (se reproducen con mucha facilidad). En promedio una hembra produce entre 50 y 100 descendientes por ciclo, y los nuevos individuos solo tardan como media una semana para madurar y comenzar a reproducirse otra vez (Martínez et al., 2009).

1.3.1 Daños que ocasionan

Esta plaga puede producir daños indirectos, como la secreción de grandes cantidades de “melado” o “melaza” que queda depositada sobre la superficie de la hoja y favorece la colonización de hongos formando fumagina *Cladosporium sphaerosporum* Penz. Su desarrollo interfiere en la capacidad fotosintética, lo cual provoca debilitamiento y reducción del crecimiento de la planta con pérdidas en el rendimiento y defoliación (Cohen, 1990; Polack y Mitidieri, 2005). Además, actúan como transmisoras de enfermedades virósicas. Otros insectos que realizan el mismo daño son las moscas blancas (Nieto et al., 2005; Quisenbery & Xinzhi, 2007; Belliure et al., 2008).

1.3.2 *Myzus persicae* Sulzer es conocido como Pulgón verde del melocotonero

Plaga que afecta a los cultivos en gran medida. Su reproducción es rápida por lo que se propaga por toda la planta si no es atacado a tiempo.

- Nombre científico: *Myzus persicae*
- Reino: Animalia
- Filo: Arthropoda
- Clase: Insecto
- Orden: Hemíptera (antes Homóptera)
- Familia: Aphididae
- Género: *Myzus*
- Especie: *persicae*

M. persicae es una importante plaga representante de varias familias botánicas, entre ellas, solanáceae papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.); crucíferas repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), coliflor (*Brassica oleracea* L. Var. *Botrytis*) y brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*); cucurbitáceas melón (*Cucumis melo* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.); pedaliácea ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y umbelífera, zanahoria (*Daucus carota* L.), entre otras (Cermeli, 2007). En Cuba está asociado fundamentalmente a hortalizas como la col (*Brassica oleracea* var. *capitata*), acelga (*Brassica rapa* L.) y coliflor (*Brassica oleracea* L. Var. *Botrytis*) (Martínez et al., 2006).

M. persicae necesita pocos días para alcanzar el estado adulto, requiriendo 24 horas más para comenzar su fase reproductiva que oscila entre 13 y 14 días, lo que significa que la especie en este espacio de tiempo, es capaz de multiplicarse. Este fitófago muere unas 48 horas después de terminar su fase reproductiva, viviendo un período bastante corto luego de realizar la última puesta. La longevidad de *M. persicae* oscila entre 16 – 17 días y su ciclo de vida es menor de un mes (Duarte et al., 2011).

1.3.2.1 Medidas de control

Según Martínez et al. (2006) los métodos más efectivos para el control de este insecto son:

Agrotécnicas:

- Mantener el cultivo libre de malezas.
- Evitar colindancias con otros cultivos hospedantes e infectados por la plaga, así como plantaciones con diferencias fenológicas.
- Eliminación inmediata de residuos de cosecha.
- Sembrar en la fecha óptima.
- Monitoreo desde la germinación de la planta para detectar su presencia a tiempo.
- Eliminar las plantas que presentan síntomas virales (selección negativa).

Biológicas:

- Aplicaciones de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & W. Gams
- (cepa Mycotall) y *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin

Químicas:

- Ciflutrin, cipermetrin + parathion metilo, clorpirifos, dimetoato, imidacloprid, metamidophos, pirimicarb.

1.4 Características de cultivos hospederos de *M. persicae*

1.4.1 Pimiento (*Capsicum annuum* L.)

El pimiento, oriundo de América del Sur, presenta un lugar destacado en la producción agrícola del país, y constituye un renglón de exportación. Rico en vitaminas y minerales. Es una planta herbácea, perenne, con un ciclo de cultivo anual. Su altura regula entre 0,5 y 2,0 m en dependencia de la variedad y condiciones de cultivo (aire libre o invernadero). Su fruto es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando de verde a anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Se consume tanto fresco como procesado por industrias y constituye un condimento esencial en la alimentación (Huerres & Caraballo, 1996).

En relación a los insectos plagas, la que mayores daños ocasiona en la actualidad es el *Thrips palmi* Karny, el cual chupa el contenido de las células epidérmicas al raspar con su aparato raspador chupador, afectando principalmente las partes jóvenes y tiernas del follaje. Le siguen en orden de importancia los pulgones *M. persicae* y la mosca blanca (*Bemisia sp*), los cuales no provocan daños mecánicos, sino que son transmisores del virus. (Depestre, 2009)

1.4.2 Papa (*Solanum tuberosum* L.)

La papa es uno de los cultivos de gran importancia alimenticia a nivel mundial. Es superior a todos los otros cultivos en la producción de proteínas por unidad

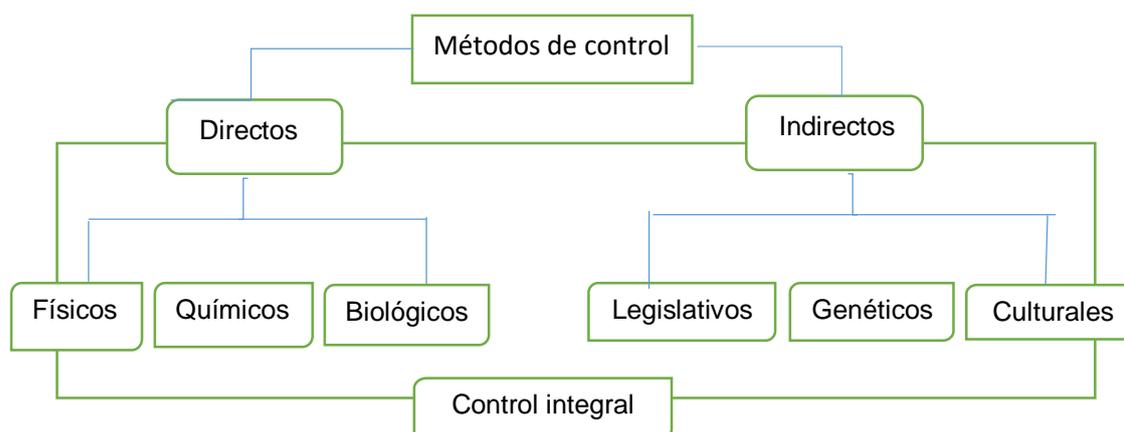
de tiempo, superficie y en la producción de energía. Su proteína es muy valiosa, debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales, lo cual no es común en las proteínas de otras plantas. Por estas características este tubérculo es de gran demanda por la población cubana, de ahí que años atrás se le denominara la reina de las viandas (Estrada, 1999).

MINAGRI. (2016) refiere sobre los insectos plagas que afecta a este cultivo en Cuba a las plagas que más afectan el cultivo *M. persicae*, *Aphis gossypii* Ambas especies se localizan fundamentalmente en el envés de las hojas de la papa, pero cuando las poblaciones son muy abundantes se les encuentra en toda el área foliar alimentándose a partir de la savia de los tejidos que succionan con su aparato bucal. Se desarrollan en un corto período de tiempo y en condiciones favorables, sobre todo de temperatura, las poblaciones se multiplican rápidamente. Su diseminación se produce a través de los adultos alados que colonizan las plantas sanas reproduciéndose sobre las hojas.

1.5 Métodos de control

Fernández et al. (2017) refiere que la elección del método de control adecuado a cada situación presenta gran dificultad, al ser varios los factores que intervienen de forma simultánea. En general, la solución no pasa por la aplicación de una sola medida sino por la combinación de varias. El conocimiento de los distintos tipos de lucha facilitará la elección del método y, en consecuencia, la eficacia del control del patógeno.

Los métodos de control se pueden clasificar en dos grandes grupos según su forma de actuar sea indirecta o directa.



La utilización de productos químicos ha sido hasta ahora la base actual de la protección fitosanitaria. Se basa en el empleo de sustancias químicas de síntesis para el control de los fitopatógenos. El desconocimiento de la forma de actuar de los productos químicos, la inadecuada elección del momento del tratamiento, los problemas con los residuos, la creciente conciencia ecológica, así como los efectos negativos que pueden producir en la salud de los consumidores y en el medio ambiente, han originado que en varios sectores de la sociedad se cuestione el mal uso de estas técnicas de control (Ponce & Sánchez, 2016).

Ante esta situación, Fernández et al. (2017) refiere ventajas e inconvenientes de las técnicas de manejo y aplicación para efectuar una lucha más racional contra los enemigos de las plantas.

Ventajas:

- Facilidad de adquisición, porque los productos que combaten una determinada plaga o enfermedad se encuentran fácilmente disponibles para los agricultores.
- Facilidad de aplicación, puesto que existen en el mercado diferentes equipos para poder aplicar cualquier plaguicida.
- En caso de ser efectivo, el efecto de un tratamiento químico se observa rápidamente, a diferencia de otras medidas de control donde la relación causa-efecto no es tan clara e inmediata.

Inconvenientes:

- Prácticamente todos los plaguicidas presentan algún grado de toxicidad para las personas, por lo que su uso conlleva a un serio riesgo para la salud de todas aquellas que los manipulan.
- El daño que el plaguicida puede producir en las plantas sobre las que se aplica se puede manifestar de muy diversas formas, como quemaduras, paradas de crecimiento y descenso de producción.

- El uso indiscriminado de plaguicidas provoca la adaptación de los patógenos, dando lugar a la aparición de resistencias cada vez más difíciles de controlar.
- La lucha química produce contaminación del aire, agua y suelo, afectando a todos los seres vivos presentes en el entorno próximo al lugar de aplicación.
- La contaminación que producen los productos químicos provoca desequilibrios entre las diferentes especies del ecosistema, potenciando el aumento de fitoparásitos en detrimento de las poblaciones de la fauna útil.
- Genera residuos de plaguicidas en los productos agrícolas, que suponen un riesgo para la salud de los consumidores, por lo que la legislación establece unos límites máximos de residuos que se deben respetar.

1.6 Empleo de plantas fitoplaguicidas

El empleo de los extractos y polvos vegetales, elaborados a partir de diferentes partes de las plantas, como insecticidas botánicos en el control de plagas de insectos, ácaros y nemátodos que afectan a las plantas cultivadas y granos almacenados ha sido una práctica frecuente del campesinado cubano (Estrada & López, 2000). Estos autores refieren que muchas son las especies de la flora nativa y exótica que generan sustancias activas con las cuales se pueden elaborar diferentes bioinsecticidas, tales como *Azadirachta indica* A. Juss, (nim), *Melia azedarach* L. (paraíso), *Nicotiana tabacum* L. (tabaco) entre otros.

En el mundo existen miles de plantas a las cuales se les atribuyen efectos insecticidas, acaricidas, nematicidas, molusquicidas, rodenticidas, fungicidas, bactericidas y herbicidas, así como algunas que inhiben el ataque de los virus. Las sustancias naturales más antiguas y de más amplio empleo en el mundo, algunas con vigencia actual, son: nicotina, piretro, rotenona, azadirachtina, alcanfor y trementina (MINAGRI, 2007).

En la actualidad los productos de origen vegetal han cobrado gran auge en el control de plagas debido a que son apropiados para la aplicación a pequeña escala y llegan a ser menos tóxicos que los insecticidas químicos. Las diferencias fundamentales de esta nueva tecnología con los plaguicidas químicos convencionales consisten en su singular modo de acción que no es tóxico directamente, sino a pequeña concentración en el material vegetal y su especificidad para la especie a combatir (Alfonso et al., 2002).

Según Vázquez & Fernández (2007), la explotación de las propiedades semi químicas de las plantas mediante la extracción de compuestos con características como plaguicidas es una práctica que ha adquirido importancia y se realiza en dos estrategias principales, a saber:

- Cultivo de plantas, elaboración y aplicación de preparados: Consiste en el cultivo, cosecha, elaboración y aplicación de preparados, mediante un proceso sencillo que realiza el agricultor bajo las condiciones de su finca.
- Aplicación de los plaguicidas bioquímicos: Los preparados botánicos, muchas veces llamados plaguicidas naturales, bioquímicos y otros., pueden ser extraídos y elaborados de forma semindustrial, como productos con diferentes características de formulación.

En la actualidad, el uso de extractos vegetales cobra gran importancia para el control de plagas. En el mundo se reportan varios cientos de plantas con acción biocida. Los productos a base de plantas con propiedades biocida, aplicados tanto de forma preventiva como para afrontar un ataque significativo de las plagas, respetan el principio de la no perturbación de los agro ecosistemas mediante la aplicación de tecnologías convencionales de alto costo energético (Vázquez & Fernández, 2007).

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).

Según Hernández et al. (1998) los métodos de preparación de las plantas o partes de las mismas son pulverización, decocción, maceración, fermentación y extracción del jugo.

Se plantea por Castellanos (2006) que es una opción que el agricultor puede realizar por medio de sus siembras en las cercas vivas o en otros sitios, así como organizar un lugar para realizar la preparación del bioproducto de forma artesanal. Existen diversidad de plantas cuyos preparados acuosos tienen propiedades como plaguicidas, algunas de ellas muy conocidas y otras de distribución más restringidas. Ejemplo de estas son los productos naturales (alcaloides, esteroides, flavonoides, terpenoides y quinonas entre otros) que deben ser extraídos tal como están en la planta. De ahí la importancia de escoger el método de extracción más adecuado para cada caso.

Roog (2000) al profundizar en la preparación de los extractos naturales destacando que pueden ser de dos formas: a base de solventes orgánicos o utilizando agua y señala que la extracción a nivel de laboratorio puede ser reflujo, soxhlet, percolado, arrastre de vapor, maceración, infusión y decocción. En estudios realizados para valorar el conocimiento de los campesinos sobre el empleo de las plantas para el control de plagas, la forma de preparación casera más utilizada por ellos fue mediante té, caldo, infusión, remojo y macerado.

1.6.1 Métodos de extracción de los principios activos

De acuerdo con Castellanos (2006) los métodos de obtención de los principios activos son variados, los cuales van desde formas simples, fácilmente de realizar por el agricultor, hasta formas más complejas donde se requiere de algún equipamiento, ejemplos de estos son:

Maceración: es un proceso en el cual la extracción de los compuestos de interés es lenta e incompleta. Este procedimiento disminuye la cantidad de metabolitos retenidos en el residuo a ser recuperado (Rodríguez et al., 2008) por lo que es poco eficiente. Sin embargo, es muy utilizado por requerir pocos recursos y personal calificado (Rodríguez et al., 2008).

Soxhlet: el método es utilizado en la industria de los procesos naturales, con fines analíticos a escala de producción; se utiliza con frecuencia para la extracción con la utilización del método sólido – líquido por sus ventajas en cuanto a la reducción de la manipulación de la muestra, reducción del consumo de reactivos, disolventes y disminución del tiempo de análisis. El método cuenta con una cámara de extracción, un depósito para el disolvente y un sistema de condensación de vapores que facilita realizar extracciones utilizando solventes de diferentes polaridades, lo que permite obtener altos rendimientos durante la extracción (Coca, torres & Chuquilín, 2017).

Hidrodestilación: es un proceso físico que consiste en la separación por calor de sustancias volátiles conjuntamente con agua destilada, que pasan a estado de vapor a una temperatura menor que la ebullición de esta última. Este proceso es difundido mundialmente para obtener el aceite esencial de plantas aromáticas, es utilizado por Cleber (2010) con diferentes especies de la familia Myrtaceae.

Extracción asistida por ultrasonido (EAU): es un método de alta eficiencia, bajo costo y posibilidad de extracción a bajas temperaturas. El ultrasonido facilita la rehidratación del tejido en materiales secos al abrir los poros. La extracción asistida por ultrasonido utiliza sonidos de alta frecuencia, con el fin de desprender el compuesto buscado del material vegetal, las partículas sólidas y líquidas vibran y se aceleran ante la acción ultrasónica. Lo que permite al disolvente llegar a las zonas de más difícil acceso en los tejidos de la planta, donde existe una proporcionalidad directa entre el tiempo y la cantidad de sustancia a difundir (Acosta et al., 2016).

1.7 Especies de agave

1.7.1 Agavaceae como fitoplaguicida

Las saponinas esteroidales son compuestos que poseen una estructura compleja formada por un núcleo esteroidal hidrofóbico y una parte hidrofílica constituida por unidades de monosacáridos: Según Guerra et al. (2008) son especialmente abundantes en algunas familias, entre ellas las Agavaceas. Estos compuestos poseen como propiedades comunes la alta capacidad de formación de espumas en soluciones acuosas, ser tóxica para los peces, y la formación de complejos con el colesterol por el amplio rango de actividades biológicas que posee la saponina lo que atribuye una amplia aplicación como insecticida botánico.

Un gran número de autores en diferentes documentos han demostrado esta afirmación, entre ellos se destacan el trabajo de Jiménez, et al. (2016) donde manifestaron el efecto insecticida del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre *Plutella xylostella* L. La labor de Fernández, Castellanos & Ortega (2017) donde mostraron el control de *Poliphagotarsonemus latus* Banks con un extracto de *Furcraea Antillana* A. La obra de Nodarse et al. (2017) donde expresaron la acción molusquicida de extractos vegetales de tres especies de la familia *Agavaceae* contra *Praticolella griseola* (Pfeiffer).

También se destaca la tarea de Yong & Rodríguez (1994) donde definieron la acción molusquicida de *Agave leprelliana* sobre *Fossaria cubensis* Pointier (Mollusca: Lymnaeidae), Principal vector de fascioliasis en Cuba. La investigación de González (2017) donde demostraron la eficacia técnica del jugo vegetal de dos especies de la familia *Agavaceae* contra *Aphis Craccivora* Koch.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en la provincia de Cienfuegos en el período comprendido entre noviembre de 2019 a marzo del 2020.

Material vegetal a utilizar (hojas)

Las hojas se colectaron el 10 de noviembre del 2019 en horas de la mañana en la zona del trébol, municipio Cienfuegos, provincia Cienfuegos. El material vegetal de las plantas de *A. Legrelliana* Jacobi según la metodología de Castellanos et al. (2011).

Las hojas seleccionadas fueron de una planta adulta aproximadamente de 2,0 m de altura, que poseía hojas de una longitud entre 1,0 m a 1,2 m y la parte más ancha 0,15 m en su base que se encontraba sobre un tallo de 0,5 m de altura y 0,15 m de diámetro aproximadamente.

Extracción y preparación del Jugo

El material colectado (hojas) fue lavado y se pasó por un molino eléctrico (molino utilizado para extraer el jugo del tallo de la caña de azúcar). El producto obtenido se filtró y a partir de este se prepararon las diferentes concentraciones al 100 %, 75 %, 50 % y 25 %.

Material biológico

Los ejemplares de *Myzus persicae* Sulzer (áfido) fueron recolectados en la Finca El Mango ubicada en el municipio de Cienfuegos, provincia Cienfuegos en el cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L.). De los insectos fueron seleccionados los que reunieron características idóneas de la especie en cuanto a su coloración verde amarillenta, desechando los posibles parasitados naturalmente. Con los mismos se infestaron plantas de pimientos sanas para fomentar una cría artificial y mantenidos en condiciones de aislamiento, de igual forma se plantaron en bolsas posturas de pimientos de donde se tomaron las hojas para el ensayo. De esta cría se eligieron los ejemplares nuevos para los ensayos *in vitro*.

2.1 Determinación de los efectos del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por ingestión sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*

El ensayo experimental fue un diseño completamente aleatorizado y contó con cuatro tratamientos que lo constituyeron las diferentes concentraciones del jugo (100 %, 75 %, 50 %, 25 %) y un tratamiento control, cada uno con cinco placas Petri de 145/20 mm como unidad experimental, las cuales constituyeron las réplicas.

Se tomaron 25 hojas de pimiento frescas a las que se le colocó un algodón humedecido con agua destilada estéril en el pedúnculo (estas fueron humedecidas cada 24 horas para mantener su turgencia). Las cuales se asperjaron con los diferentes tratamientos (concentraciones del jugo), utilizando un aspersor manual de gotas finas antes de colocarlas en las placas Petri. Seguidamente con la ayuda de un pincel se infestaron con cinco insectos por hojas.

La habitación estuvo climatizada con temperaturas medias de 22 °C Se realizaron observaciones cada 24, 48 y 72 horas contabilizando los insectos por placa Petri, extrayéndose los muertos.

2.2 Determinación de los efectos del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por contacto sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*

El procedimiento en este ensayo fue similar al anterior con la única diferencia que los tratamientos (concentraciones del jugo) se asperjaron sobre los insectos ya colocados en las placas Petri (cinco insectos por placas) y luego se colocaron las hojas de pimiento frescas.

Se realizaron observaciones cada 24, 48 y 72 horas contabilizando los insectos muertos por placa Petri.

En cada ensayo (ingestión y contacto) se evaluaron cinco tratamientos, cuatro con concentraciones del jugo y un tratamiento control, (100 %, 75 %, 50 %, 25 % y 0 %). O sea, los cinco tratamientos y cinco repeticiones.

Porcentaje de mortalidad de los insectos

Se calculó el porcentaje de mortalidad de cada agente por variante a las 24, 48 y 72 horas de montado el experimento, para lo cual se empleó la fórmula de Abbott (1925).

$$M_c = \frac{M_{\text{trat}} - M_{\text{test}}}{100 - M_{\text{test}}} * 100$$

Donde:

M_c – Mortalidad corregida

M_{trat} – Mortalidad del tratamiento

M_{test} – Mortalidad del Testigo (control)

Insectos con efecto insectistático

Siguiendo la metodología utilizada en el (epígrafe 2.1; 2.2 pág. 17), se evaluó la variable insectos con incoordinación de movimientos, se anotó en el ensayo el número de insectos con este efecto insectistático (incoordinación de movimientos durante 1 minuto).

El efecto fue evaluado al observar y comprobar la movilidad, así como la presencia de éstos sobre hojas. Se consideró como insecto muerto al que no presentó movimientos regulares en comparación con el tratamiento control sin aplicación. A las 24, 48,72 horas, se procedió al análisis de los resultados.

Los porcentajes de mortalidad obtenidos en cada tratamiento se transformaron en $2 \arcsin \sqrt{p}$ (Lerch, 1977) y se realizó un análisis de varianza, para lo cual se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 21 sobre Windows. Las medias

fueron comparadas por la prueba de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad de error del 5 %.

3. Resultados y discusión

3.1 Determinación de los efectos del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por ingestión sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*

El porcentaje de mortalidad en el ensayo del jugo de *A. legrelliana* por ingestión sobre *M. persicae*, a las 24 horas mostró diferencias estadísticas entre el tratamiento control y las concentraciones del jugo, pero no entre estas, con resultados entre 12 % y 22 % perteneciendo los valores mayores a las concentraciones más altas. A las 48 horas es marcada la diferencia, con similitud estadística para las concentraciones de 25 %, 50 % y 50 %, 75 % y 100 %, donde 50 %, 75 % y 100 % alcanzan porcentaje por encima del 50 % de mortalidad. Mientras a las 72 horas la concentración del 25 % difiere del resto y las de 50 % y 75 % tienen semejanzas entre ellas, así como 75 % y 100 % con valores de mortalidad superiores a 90 % (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad del jugo de *A. legrelliana* por ingestión sobre *M. persicae* en condiciones *in vitro*

Tratamientos	Porcentaje de mortalidad (%)		
	24 horas	48 horas	72 horas
Concentración 25 %	12,0 b	36,0 b	56,0 b
Concentración 50 %	15,0 b	60,0 bc	84,0 c
Concentración 75 %	20,0 b	72,0 c	92,0 cd
Concentración 100 %	22,0 b	80,0 c	100,0 d
Tratamiento control	0,0 a	0,0 a	0,0 a
E.T	0,40	0,60	0,45

Medias con letras desiguales diferencia para $p < 0,05$ según test de rangos múltiples de Duncan

A las 48 horas de realizada la aplicación de los extractos, se observó un incremento del porcentaje de mortalidad en todas las concentraciones con el

jugo de *A. legrelliana* y las concentraciones del 50 %, 75 % y 100 % alcanzaron valores superiores al 60 % de mortalidad.

El mayor número de insectos muertos en todos los tratamientos con jugos *A. legrelliana* durante el ensayo de ingestión se apreció a las 48 horas de iniciado el ensayo, seguido por las observaciones de las 24 y 72 horas respectivamente, quizás este comportamiento fue a consecuencia del contacto con el vegetal aplicado provocando en el insecto efectos negativos a su vida.

Algunos autores han referido que los compuestos químicos presentes en extractos causan efectos en los insectos que producen la muerte, al respecto Andrade et al. (2012), señalaron una serie de efectos en los insectos, principalmente, efectos antialimentario, crecimiento deficiente, defectos en la muda, anomalías morfológicas y alteraciones en el comportamiento. Efectos similares fueron observados en estos ensayos por lo que puede asociarse con la presencia de saponinas en estos agaves.

El efecto insectistático en los insectos se evidenció para todas las concentraciones evaluadas, el mismo fue diferente para cada tratamiento. La incoordinación de movimientos evidenció desorientación en el acercamiento de los insectos a las hojas y poca movilidad (Figura 1).

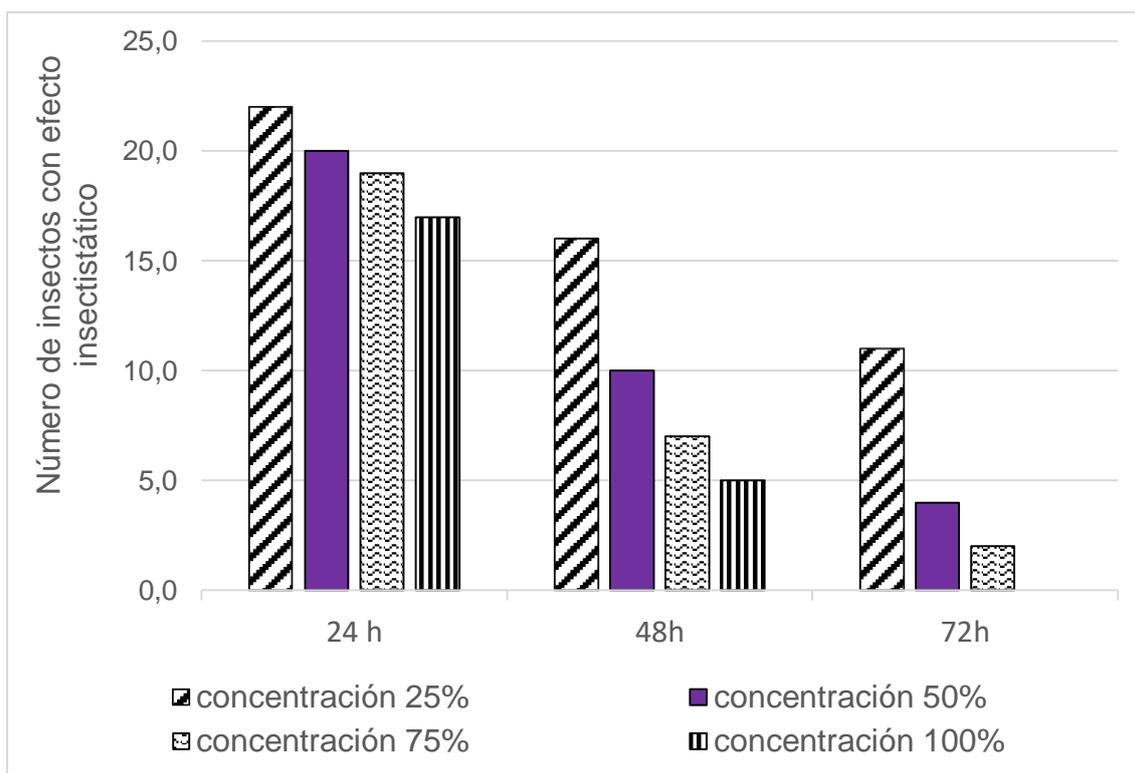


Figura 1. Efecto insectistático del jugo de *A. legrelliana* por ingestión sobre *M. persicae*

Después de 48 horas los insectos que presentaron efecto insectistático dejaron de moverse y posteriormente comenzaron a morir. A las 72 horas, la tendencia mostrada fue la disminución del efecto insectistático por el incremento de la mortalidad que ejerce el extracto de esta especie botánica sobre los insectos. Estos resultados denotan que, al producirse un incremento en el tiempo de exposición de los insectos a los extractos, inicialmente aumenta la incoordinación de los movimientos en los insectos, pero posteriormente la misma disminuye debido al aumento de la mortalidad.

La presencia de metabolitos secundarios en esta especie botánica, afecta el desarrollo normal de los insectos y conlleva a la muerte de los mismos al provocarles afectaciones por pérdida en la funcionabilidad de la enzima acetilcolinesterasa al inhibirse la actividad de esta enzima requerida en la degradación de acetilcolina, neurotransmisor involucrado en la estimulación del movimiento muscular, provoca la acumulación de acetilcolina en la sinapsis y la

membrana pos sináptica permanece en constante estímulo, lo que resulta en falta de coordinación de movimientos y puede conllevarlos a la muerte.

Hwa et al. (2013) refieren que estos metabolitos secundarios inhiben esta enzima y una vez que una proporción crítica de la masa de la enzima tisular se inactiva, se bloquean los receptores del neurotransmisor conocido como octopamina lo que altera el metabolismo, frecuencia cardiaca y, en insectos, el bloqueo de los receptores provoca pérdida de velocidad al caminar y la alimentación.

3.2 Determinación de los efectos del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por contacto sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*

Los porcentajes de mortalidad en el ensayo de los efectos del jugo de *A. legrelliana* Agavaceae por contacto sobre *M. persicae* mostraron en los tres momentos de evaluación diferencias estadísticas entre el tratamiento control y los tratamientos con las diferentes concentraciones del jugo. En la primera evaluación a las 24 horas se evidenció similitud estadística entre todas las concentraciones donde 50 %, 75 % y 100 % alcanzaron valores entre los 44 % y 68 % de mortalidad. A las 48 horas se evidenció similitud estadística entre las concentraciones 25 %, 50 % y 75 % y entre las de 50 %, 75 % y 100 %, donde estas últimas concentraciones alcanzaron valores entre el 68 % y el 96 %, siendo el valor más marcado el correspondiente a la concentración del 100 %.

En las observaciones a las 72 horas todos los tratamientos del jugo superaron los valores del 64 % de mortalidad. Las concentraciones del 75 % y 100 % alcanzaron el 100 % de mortalidad, no mostrando diferencias estadísticas entre estas. Pero la concentración de 100 % mostró similitud estadística con la de 75 % únicamente, la de 75 % con la de 50 %, y este a su vez manifestó similitud con 25 % (Tabla 2).

Los porcentajes de mortalidad alcanzados en este ensayo tienen resultados promisorios para todas las concentraciones estudiadas ya que alcanzaron

valores superiores al 60 % de mortalidad, considerados como aceptable para ser utilizados como medios no químicos (Tarqui, 2007).

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad del jugo de *A. legrelliana* por contacto sobre *M. persicae* en condiciones *in vitro*

Tratamientos	Porcentaje de mortalidad (%)		
	24 horas	48 horas	72 horas
Concentración 25 %	36,0 b	52,0 b	64,0 b
Concentración 50 %	44,0 b	68,0 bc	76,0 bc
Concentración 75 %	48,0 b	80,0 bc	100,0 cd
Concentración 100 %	68,0 b	96,0 c	100,0 d
Tratamiento control	0,0 a	0,0 a	0,0 a
E.T	0,66	0,68	0,52

Medias con letras desiguales diferencia para $p < 0,05$ según test de rangos múltiples de Duncan

El número de insectos muertos en las primeras 24 horas, resultó ser la cifra más elevada en todos los tratamientos del ensayo para evaluar el efecto por contacto del jugo de *A. legrelliana* sobre *M. persicae*, seguido por las 48 y 72 horas posteriormente.

Por esta razón el efecto insectistático es descendente según aumenta el tiempo de realizadas las aplicaciones, ya que en dicho efecto se observa el comportamiento de algunos de los insectos vivos.

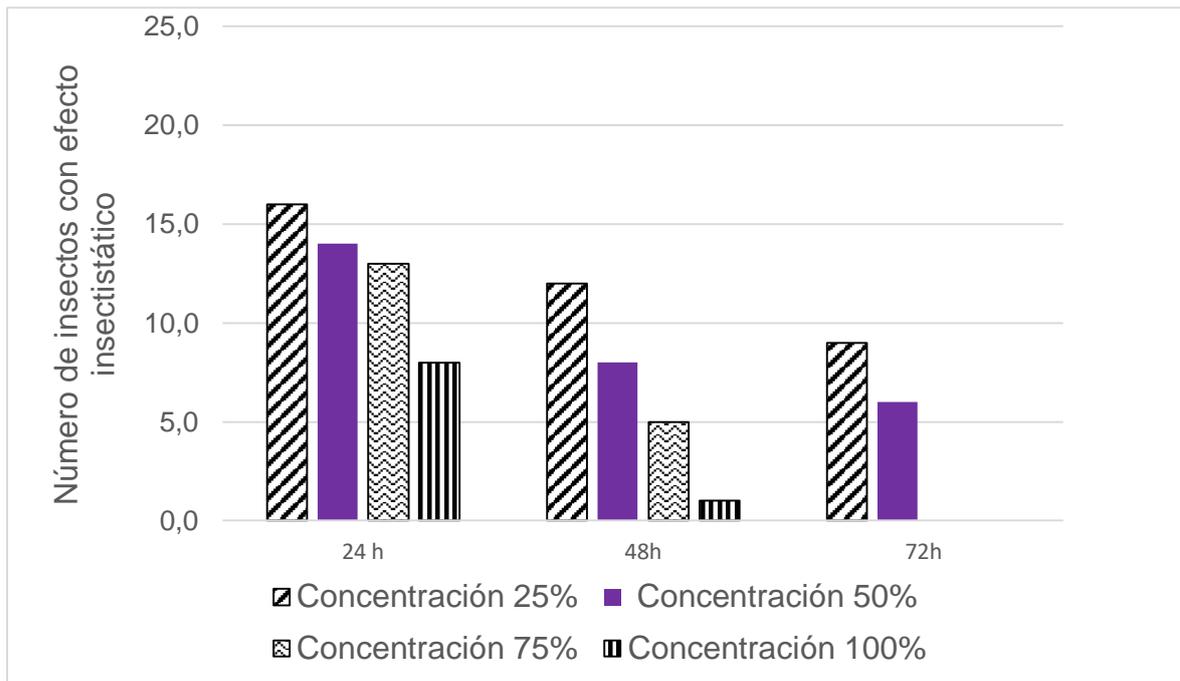


Figura 2. Efecto insectistático del jugo de *A. legrelliana* por contacto sobre *M. persicae*

Los resultados observados en estos ensayos son muy prometedores por los altos niveles de mortalidad que se obtuvieron, donde se destacó el tratamiento por contacto, que en un intervalo de tiempo poco prolongado alcanzó valores superiores al 60 % de mortalidad, dichos valores considerados como aceptables para ser utilizados como medios no químicos (Tarqui, 2007).

Esta característica es muy importante, ya que los productos biológicos y de extractos naturales se desintegran con facilidad a través del tiempo. Por otra parte, la fotodegradación sensibilizada nos puede dar información sobre la degradación de estos insecticidas en el ambiente y por lo tanto prevenir los múltiples efectos negativos que genera la presencia de los mismos en el medioambiente (Possetto, 2019).

Estos resultados son superiores a experimentos realizados por Carrizo, Pelicano & Caffarini (2004) sobre *Myzus persicae* (Hemiptera: *Aphididae*) donde a las 72 horas de aplicado el extracto de *M. azedarach* no produjo un efecto significativo en la mortalidad.

Conclusiones

1. A las 48 horas de aplicado el jugo *Agave legrelliana* Jacobi por ingestión en condiciones *in vitro* mostró mortalidad superior al 60 % sobre *Myzus persicae* Sulzer a partir de la concentración del 50 %.
2. El jugo de *Agave legrelliana* Jacobi Agavaceae por contacto ejerce 100 % de mortalidad en concentraciones superiores al 75 % sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones *in vitro*.
3. *Myzus persicae* Sulzer. presentó un marcado efecto insectistático después de las 24 horas de aplicado el jugo *Agave legrelliana* Jacobi

Recomendaciones

- ❖ Evaluar la efectividad técnica del jugo de *Agave legrelliana* Jacobi sobre *Myzus persicae* Sulzer en condiciones de campo.
- ❖ Evaluar la efectividad de *Agave legrelliana* (Jacobi) sobre otras plagas agrícolas.

Bibliografía

1. Acosta, E. J., Salomón, I. S., Sevilla, F. I. & Nuevas, P. L. (2016). Empleo del ultrasonido para la extracción de fracción apolar en hojas de *Mangifera indica* L. (árbol del mango). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(3), pp. 261-271.
2. Alfonso, M., Avilés, R. González, N., Cruz, X., Villasana, R., & Rodríguez V. (2002). Los plaguicidas botánicos y su importancia en la Agricultura Orgánica. *Revista ACTAF*, 8 (2), pp. 1028-2130.
3. Altieri, M. A. (1997). *Bases científicas para una agricultura sustentable. Agroecología*. Editorial: Ciencia y técnica.
4. Andrade, J.V., Oliveira, M.O., Breda, E.J. & Marques I.M.M. (2012). Efeitos de inseticidas botánicos sobre a taxa instantânea de crescimento populacional de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodão. (*Acta Scient. Agron*). 34(2), pp. 119-124.
5. Belliure, B., Pérez, P., Marcos, M. A., Saval, J. M., & de Mendoza Arocas, A. H. (2008). *Control Biológico de Plagas Agrícolas. Phytoma*. En, J.A. Jacas, & A. Urbaneja, Control biológico de pulgones. (pp. 209-238). Editorial: *Managua*.
6. Carrizo, P., Pelicano, A., & Caffarini, P. (2004). Evaluación de extractos cetónicos de paraíso, eucalipto y ricino sobre *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) (*Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*) Tomo 36. No.1, pp. 47-52.
7. Castellanos, L. (febrero, 2006). *Los extractos vegetales en el manejo de plagas*. En (L. Gomes) Conferencia de la Maestría de Agricultura Sostenible. CETAS, Universidad de Cienfuegos.

8. Castellanos, L., Astengo, G.J.A., Yero, M.Y., Herrera, N. & Fernández G.R.R. Plagas y enfermedades en 13 variedades de frijol en una localidad de la provincia de Sancti Spiritus. *Revista Centro Agrícola*, 38 (1), pp. 9192-2011.
9. Cermeli, M., (2007). Áfidos de importancia agrícola en Venezuela. *Revista Sociedad Venezolana de Entomología*. 20(1), pp. 15-61.
10. Cleber, J. S. (2010). Chemical composition and antibacterial activities from the essential oils of Myrtaceae species planted in Brazil. *Quim. Revista Nova*, 33(1), pp. 104-108.
11. Coca, R. V., Torres, C. E. & Chuquilín, T. C. (2017). Extracción del aceite crudo de la semilla de lúcumo *Pouteriao bovata* mediante n-Hexano y eter de petróleo. *Revista Big Bang*, 6(3), pp. 42 – 44.
12. Cohen, S. (1990). *Epidemiology of whitefly-transmitted viruses*. In: Gerling, D. (Editor). *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management*. Intercept Ltd, Andover, Hans, United Kindom.
13. Cuellar, I., León, M., Gómez, A., Piñón, D., Villegas, R. & Santana, I. (2003). *Caña de azúcar paradigma de sostenibilidad*. Edición Publica. INICA.
14. Delfino, M.A., Monelos, H.L., Peri, P.L. & Buffa, L.M. (2007) *Áfidos a. (Hemiptera, Aphididae) de interés económico en la Provincia de Sevilla*.
15. Depestre, T. (2009). *Guía técnica para la producción del cultivo de pimiento* Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”,
16. Duarte, L., Ceballos, M., Baños, H. L., Sánchez, A., Miranda, LL. & María de los A. Martínez. (2011). Biología y tabla de vida de *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Phididae) En condiciones de laboratorio. (*Rev. Protección Vegetal*) Vol. 26 No. 1: pp. 1-4.

17. Estrada, J. & López, M. T. (2000). *Los Bioplaguicidas en la Agricultura Sostenible Cubana*. Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical.
18. Estrada, N. (1999). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa*. Editorial: Centro de Información para el desarrollo.
19. Fernández, M., López, I., Serrano, N., Ortiz, F., Alfonso, J. M., López, J., Alonso, R. & Yruela, C. (2017). *Aplicación de productos fitosanitarios nivel cualificado*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
20. Fernández, A., Castellanos, L., & Ortega, I. (2017). Control de *Poliphagotarsonemus latus* Banks con un extracto de *Furcraea Antillana*. *Centro Agrícola*, 44(4), 5-10.
21. González, C. L. C. (2017). Eficacia técnica del jugo vegetal de dos especies de la familia Agavaceae contra *Aphis craccivora* Koch. *Revista Científica Agro ecosistemas*, 5(2), pp. 66-71.
22. González, R. B. A., & Aycachi, R. A. M. (2017). Efecto biocida de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd sobre larvas de *Phthorimaea operculella*. Ayacucho. *Revista Investigación*, 25(1), pp 63-68.
23. Guerra, J. O., A. Meneses, A. Simonet, A. Macías, C. Noqueiras, A. Gómez & Escario, J. A. (2008). Saponinas esteroidales de la planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con actividad contra el parásito *Trichomona vaginalis*. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 56 (4): pp. 1645 – 1652.
24. Hernández, C. M., Mon, M., Muño, M. R., Romero, M. I., Hernández, A. & Vinci M. (2012). *Hacia la seguridad alimentaria desde el desarrollo humano local*. pp. 18-21.

25. Hernández, M., Fuentes, B., Alfonso, M., Avilés, R. & Perera, E. (1998). *Plaguicidas naturales de origen botánico*. INIFAT.
26. Herrera, N., López, B., Castellanos, L., Nodarse, M. & Pérez, I. (2013). *Incidencia de los moluscos plagas en los organopónicos del Municipio de Cienfuegos*.
27. Huerres, P. C. & Caraballo, N. (1996). *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación.
28. Hwa, J. Y., Jaesoon, K., Sung, W. K. & Il, K. P., (2013). Fumigant and contact toxicity of Myrtaceae plant essential oils and blends of their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*) and their acetylcholinesterase inhibitory activity *Pesticide Biochemistry and Ed. September*.
29. Jeong, H. K. J., Lee, W., Park, Y. J. & Yang, J. O. (2017). First confirmation of the distribution of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 11(1), pp. 69-75.
30. Jiménez, J. S., Valero, A. F., Mesequer, I. O., & González, L. C. (2016). Efecto insecticida del extracto de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre *Plutella xylostella* L. *Centro Agrícola*, 43(1), pp.85-90.
31. Martínez, E., Barrios, G., Rovesti, L., & Santos, R. (2006). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. *Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV)*, pp. 66-68.
32. Martínez, E.; Barrios, G.; Rovesti L. & Santos R. (2006) *Handling Integrated of Plagues. Practical manual. National Vegetable Sanidad's center (CNSV)*. Cuba: <https://www.ecured.cu/2006>.
33. Martínez, M. A., Ceballos M., Alemán J., Duarte L., Baños H., Suris M., et al., (2009). Asociación planta-áfidos- parasitoides en sistema urbano de

- producción de hortalizas en Cuba. *Revista Agronomía Tropical. Venezuela*. pp. 70-72.
34. Ministerio de Agricultura. (2016). *Instructivo técnico para la producción de papa en Cuba*.
35. Ministerio de la agricultura. (2007). *Lineamientos para los subprogramas de la Agricultura Urbana para 2008-2010 y sistema evaluativo. Grupo Nacional de la Agricultura Urbana*.
36. Nieto, N. J. M., Mier, D. M. R., García, P. F. & Pérez, H. N. (2005). *Hemiptera: Aphididae*. III. En: Fauna Ibérica, 28. Ramos, A., et al. (Editores). Museo Nacional de Ciencias Naturales.
37. Nodarse, M., Castellanos, L., Herrera, N., & Morfa, M. (2017). Acción molusquicida de extractos vegetales de tres especies de la familia Agavaceae contra *Praticolella griseola* (Pfeiffer). *Revista de Protección Vegetal*, 32(2), (s.p)
38. Osorio, J., Castellanos, L., Fernández, A. & Ortega, I. (2017). Eficacia técnica del jugo vegetal de dos especies de la familia Agavaceae contra *Aphis craccivora* Koch. *Revista científica Agroecosistemas*, 5 (2), pp. 66-71.
39. Pérez, A. J. (2011) *Estudio fitoquímico de especies nativas de Cuba pertenecientes a la familia Agavaceae y evaluación de sus actividades biológicas*. [Tesis para obtener el Grado a Dr. en Ciencias Químicas]. Universidad de Cádiz y Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara.
40. Pino, O., Sánchez, Y., & Rojas, M. M. (2013). Plant secondary metabolites as alternatives in pest management. II: An overview of their potential in Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 28(2), pp.95-108.

41. Polack L. & Mitidieri, M. (ex aequo). (2005). *Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades*. EEA San Pedro.
42. Ponce, M. J., & Sánchez, J. J. (2016). *Evaluación de tres manejos (Químico, Biológico y Botánico) de áfidos (Myzus spp.) y otros artrópodos en pepino (Cucumis sativus L.), bajo condiciones de casa malla, finca Las Mercedes, Managua*. (Tesis de Doctoral Dissertation), Universidad Nacional Agraria.
43. Possetto, D. I. (2019). *Fotodegradación de insecticidas en medios homogéneos y heterogéneos*. (Tesis doctoral) Ctro.cientifico tecnol.conicet – cordoba. <http://hdl.handle.net/11336/79903>.
44. Quisenbery, S. S. & Xinzhi, N. (2007). *Feeding injury*. In: Van Emdem, H. F. & Harrington, R., (Editors). *Aphids as Crop Pests*. CAB International, Wallingford. Oxfordshire, England, pp. 331-352.
45. Rodríguez, S. M., Moreira, M. I., Jiménez, R. A., Russo, S., Márquez, A. M., Ricco, R. A., & Wagner, M. L. (2008). Acción insecticida de extractos de *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) en el gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae). *Dominguezia*, 24 (2), pp. 95-102.
46. Roig, J.T. (2012). *Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba*. Editorial: Científico-Técnica.
47. Roog, H. 2000. *Manejo y control biológico de plagas de Bolivia*. Ediciones Abya Yala.
48. Simón, J. C., Risper, C. & Snnucks, P., (2002). Ecology and evolution of sex in aphids. (*Trends in Ecology and Evolution*), 17: pp. 34-39.

49. Souza, T. P., Rocha, G. L., de Abreu, G. M., & Fernández, C. (2016). Pesticides in honey: A review on chromatographic analytical methods. *Talanta*. 149: pp.124-141.
50. Tarqui, J. (2007). *Efecto de tres bioplaguicidas para el control del pulgón (Aphis sp.) en el cultivo de lechuga en ambientes protegidos en la ciudad de El Alto*. (Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo), Universidad Mayor de San Andrés.
51. Vázquez, L. & Fernández, E. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos*. Ed: ACTAF. INISAV.
52. 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 Agro ecosistemas.
53. Vázquez, L. (2007). Adopción de prácticas agroecológicas para el manejo de plagas por los agricultores cubanos. *Agricultura Orgánica. ACTAF*. Año 13. No. 2.
54. Veitía, M. M. (2013). *Cultivo, preparación y uso de plantas con propiedades como plaguicidas*. En Curso-taller nacional Manejo Agroecológico de Plagas en la Agricultura Suburbana. Ministerio de la Agricultura.
55. Yong, M., & Rodríguez, M. (1994). *Evaluación de la acción molusquicida de Agave leghalliana sobre Fossaria cubensis (Mollusca: Lymnaeidae), principal vector de Fascioliasis en Cuba. Parasitol.*