



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
TRABAJO DE DIPLOMA

Incidencia de coleópteros en granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) almacenados en la CCS Juan G. Gómez: manejo mediante extractos botánicos.



Autora: Xayedi Sosa Alderete

Tutor: Dr.C. Leonel Marrero Artabe.

Ing. Luis Manuel Báez González

Pensamiento

En la tierra hace falta personas que trabajen más y critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos y resuelvan más que esperen recibir menos y dar más que digan mejor ahora que mañana.

Ernesto Che Guevara



DEDICATORIA:

A mi madre y hermano por ser los motores impulsores, les doy gracias hoy por sus regaños, sacrificios y sobre todo por su eterno amor, a ellos les dedico mis victorias y logros, han sido mi bastón en los momentos difíciles. Soy feliz de convertirme en un orgullo para ellos, los amo mucho.

AGRADECIMIENTOS:

- A mi tutor: DrC. Leonel Marrero Artabe por su paciencia y ayuda incondicional.
- A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que me brindaron su apoyo.
- A toda mi familia por su inmenso amor y fe en mí, en especial a mi mamá y mi hermano.
- A mis compañeros y amigos.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD:

Declaro que yo, Xayedi Sosa Alderete, soy el único autor de este Trabajo de Diploma y quien autoriza a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a La Universidad de Matanzas a usar el mismo, para cualquier tarea con finalidad conveniente.

Firma del autor: _____

OPINION DEL TUTOR:

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la incidencia de coleópteros plagas en granos de frijol y maíz almacenados, así como su manejo mediante productos botánicos. El estudio se llevó a cabo en la CCS “Juan G. Gómez” durante abril de 2017-abril de 2018. Se realizaron muestreos mediante un calador entomológico, los insectos se identificaron mediante las claves taxonómicas de Vázquez (2009) y se caracterizó su nocividad. Bajo un diseño totalmente aleatorizado se evaluó la eficacia de control de cinco tratamientos: extractos de *Agave americana* L, *Agave fourcroydes* Lem y aceites esenciales de *Piper auritum* L, *Piper aduncum* L y *Citrus sinensis* O. Se determinaron los Índices de Repelencia (IR) y la mortalidad mediante la fórmula de Abbott. Los resultados indicaron el hallazgo de *Acanthoscelides obtectus* Say (Bruchidae) y *Sitophilus zea mais* Motsch (Curculionidae) sobre frijol y maíz, con niveles de plagamiento intenso y superiores al umbral de daño económico (≥ 2 individuos/ 3 kg^{-1} de granos). *A. obtectus* causó coeficientes de nocividad del 55 % y disminuyó a 14,8 g el peso de 100 granos de frijol CC 25-9. Los cinco tratamientos mostraron efecto repelente sobre *S. zea mais* y *A. obtectus* con diferencias estadísticas respecto al testigo. *C. sinensis* y *P. aduncum* mostraron repelencia (I.R de 0,3-0,8) sobre *S. zea mais* y efecto letal en solo 0,2 y 0,3 horas; mientras que sobre *A. obtectus*, *C. sinensis* y *P. auritum* resultaron más eficaces con IR de 0,3-0,6 con efecto biocida en 3 horas. Se demostró además el efecto larvicida de *C. sinensis* sobre *A. obtectus* con 100 % de muertes en menos de 1 hora. Los resultados sugieren la eficacia de los cinco productos botánicos como alternativa de manejo de coleópteros plagas y la mitigación de impactos económicos ambientales del insecticida químico Cebicid PH 85 empleado en las fincas evaluadas.

ABSTRACT

The present work was developed with the objective of evaluating the incidence of coleoptera pests on bean and corn stored grains in the CCS "Juan G. Gómez" and their management using botanical products. The study was carried out during April 2017-April 2018. The species were identified by taxonomic keys and the nocivity was also studied. Under a completely randomized design the efficacy of *Agave americana* L., *Agave fourcroydes* Lem and oils of *Piper auritum* L, *Piper aduncum* L and *Citrus sinensis* O was evaluated. Their repellent activity and the mortality according to Abbott were also studied. *Sitophilus zea mais* Motsch and *Acanthoscelides obtectus* Say were found with infestations higher than the economic threshold (≥ 2 individuals/3 kg⁻¹ grain). *A. obtectus* caused harmfulness rates of 55 % decreasing the values of 100 grains weight of CC 25-9 bean. The five botanical products have repellent effects on *S. zea mais* and *A. obtectus*, showing statistical differences in relation to the witness. *C. sinensis* and *P. aduncum* searched IR values of 0,3-0,8 on *S. zea mais* and caused 100 % of mortality in 0,2 -0,3 hours. *C. sinensis* and *P. auritum* developed mortality on *A. obtectus* in only 3 hours. The results suggested the pest control efficacy of these products and their potentialities to decrease the environment effects of the insecticide Cebicid PH 85 which is using in the evaluated farms.

Contenido

I. Introducción	1
II. Revisión bibliográfica	4
2.1 Importancia económica de las semillas agrícolas (frijol, maíz): disponibilidad en Cuba.	4
2.2 Importancia del cultivo del frijol	5
2.2.1 Importancia nutricional	5
2.3 Importancia del cultivo del frijol	5
2.3.1 Características de los Granos	6
2.3.2 Valor nutricional	6
2.4 Ataque de insectos-plaga en granos almacenados: importancia económica	6
2.4.1 Clasificación de insectos plagas por su importancia fitosanitaria.	7
2.4.2 Daños y pérdidas	8
2.4.3 Familia Curculionidae	10
2.4.4 Familia Bruchidae	10
2.5 El género <i>Agave</i>	12
2.5.1 Importancia económica del género <i>Agave</i> : potencialidades como insecticida natural	12
2.5.2 <i>Agave americana</i> L.	12
2.5.3 <i>Agave fourcroydes</i> Lem	13
2.5.4 Uso y potencialidades de los agaves para el control de plagas	13
2.6 El género <i>Piper</i> L.	14
2.6.1 <i>Piper aduncum</i> L.	15
2.6.2 <i>Piper auritum</i> K.	15
2.7 <i>Citrus sinensis</i> O. (Rutaceae)	15
2.8 Impacto económico –ambiental	17
III. Materiales y Métodos	18
3.1 Área de Estudio	18
3.2 Métodos de recolecta	18
3.3 Diagnóstico taxonómico e identificación de los insectos plagas asociados al frijol y al maíz	19

3.4 Evaluación de la etología de las principales especies insectiles: daños en granos	19
3.4.1 Coeficiente de nocividad (peso granos)	20
3.5 Eficacia insecticida de extractos naturales de <i>Agave</i> sp y aceites esenciales de <i>Piper</i> sp y <i>Citrus</i> sp	21
3.6 Análisis Fitoquímico de los Extractos	23
3.6.1 Preparación de las disoluciones para los ensayos	23
3.6.2 Ensayos cualitativos para determinar metabolitos secundarios	24
3.7 Actividad repelente de los extractos acuosos de agavaceae y de los aceites esenciales sobre <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.	24
3.7.1 Determinación de los Índice de repelencia	25
3.8 Evaluación de la actividad insecticida y mortalidad de los extractos sobre <i>Sitophilus zea mais</i> Motsch.	26
3.10 Análisis estadístico	27
3.11 Valoración del Impacto económico –ambiental	27
IV RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1 Diagnóstico taxonómico e identificación de plagas asociadas al frijol C 25-9 y el maíz en granos almacenados	28
4.2 Descripción de daños de <i>Acanthoscelides obtectus</i> en el frijol	30
4.3 Eficacia de extractos botánicos para el manejo de coleópteros plagas en semillas de frijol y maíz	33
4.3.1 Evaluación del Tiempo letal en poblaciones de <i>S. zea mais</i> asperjados con extractos botánicos (100 % concentración)	35
4.4 Efecto repelente y mortalidad de extractos sobre <i>Acanthoscelides obtectus</i>	36
4.6 Evaluación del efecto biofumigante de los aceites esenciales	37
4.7 Caracterización fitoquímica de extractos foliares de <i>Agave</i>	39
4.8 Valoración económica-ambiental	40
V CONCLUSIONES	42
VI RECOMENDACIONES	43
VIII BIBLIOGRAFÍA	44

I.Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa anual, intensamente cultivada desde los trópicos hasta las zonas templadas. Ocupa más del 80 % de la superficie sembrada anualmente (15 millones de hectáreas) de las leguminosas, las que contiene 2,5 veces más proteínas que los cereales y en esto reside fundamentalmente su prioridad nutritiva. En Cuba, el frijol es un elemento de gran demanda en la sociedad, por tradición y por necesidades nutricionales, pues constituye la principal fuente proteica de origen vegetal al alcance de la mayoría de la población (Maqueira, 2017).

De acuerdo al Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), el maíz (*Zea mays* L.) es el segundo cereal de importancia en Cuba, de alta preferencia de consumo por la población ya sea tierno o seco. El maíz se cultiva en toda la isla y la superficie cultivada está entre 77 000 y 100 000 hectáreas, destacándose las provincias de las regiones centrales y orientales con mayores extensiones de superficie de siembra, cultivándose principalmente maíz de grano amarillo, cristalino o dentado, para la alimentación humana en forma de maíz tierno y grano seco para uso industrial de consumo animal (concentrados) (CNRG, 2007).

La conservación de granos en almacenamiento destinados para el consumo humano involucra el control de los daños ocasionados por plagas. Estas provocan pérdidas económicas a los agricultores, quienes a veces no los pueden almacenar por periodos largos, debido a la falta de recursos para aplicar los métodos tradicionales de control de plagas post-cosecha (García-Oviedo, 2007).

Para el país es de vital importancia el aumento de la producción agrícola, fundamentalmente priorizar aquellos productos como el Frijol y el Maíz que se importan a altos precios en el mercado internacional y que en nuestro país se producen, con un costo de producción menor al de importación. Desde el año

2010 el país comenzó a destinar recursos para la producción de estos granos con el objetivo de reducir las importaciones donde las provincias comenzaron la entrega de estas producciones (MINAG, 2017).

Si se considera que Cuba gasta más de 4 000 millones de dólares en la importación de alimentos para el consumo de 11,2 millones de personas y que en el 2002 las compras de frijoles superaron los 42 millones de dólares para cubrir solamente alrededor del 50 % de la demanda nacional, entonces es posible comprender cuan necesario resulta el almacenamiento en condiciones adecuadas de granos y alimentos en general (IPS, 2010).

La Universidad de Matanzas en coordinación con el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) participa en el Proyecto Nacional de Investigación “ Productos basados en aceites esenciales para el control de plagas en semillas de interés económico ” del Programa *Salud Animal y Vegetal*. Bajo este contexto en el municipio de Limonar se realizan escasos muestreos postcosecha en frijol y maíz. Existe desconocimiento de los campesinos con respecto al problema de coleópteros plagas, así como el uso indiscriminado de insecticidas sintéticos para almacenar las semillas.

En nuestro país, varias investigaciones científicas notifican la entomofauna asociada a granos almacenados (Bruner *et al.*, 1975; La Rosa y Vázquez, 1991; CNSV, 2006; Pérez y Miralles, 2008; Marrero *et al.*, 2010).

En el municipio de Limonar se realizan escasos muestreos al cultivo del frijol y maíz. Existe un amplio desconocimiento de los campesinos con respecto al problema de las plagas vectores entre ellas los coleópteros.

Problema Científico

Los cultivos de frijol y maíz son de gran interés económico para el desarrollo local del municipio Limonar, sin embargo el ataque de coleópteros limita la disponibilidad de semillas almacenadas y poco se conoce de la diversidad

taxonómica y nocividad de esta entomofauna, así como de la eficacia de extractos botánicos para su control.

Hipótesis

El diagnóstico taxonómico de las especies de coleópteros asociados a granos de frijol y maíz almacenados, la evaluación de su nocividad y la eficacia de extractos botánicos para su control, contribuirá al manejo integrado de plagas postcosecha en estos cultivos.

Objetivo general

Evaluar la incidencia de coleópteros plagas asociados a granos de frijol y maíz almacenados y su manejo en la finca integral perteneciente a la CCS Juan G. Gómez del municipio Limonar.

Objetivos específicos:

1. Diagnosticar taxonómicamente las especies de coleópteros asociados a granos de frijol y maíz almacenados en la CCS Juan G. Gómez del municipio Limonar.
2. Evaluar la nocividad de las principales especies insectiles encontradas.
3. Determinar la eficacia de extractos botánicos de *Agave* spp, *Piper* spp y *Citrus sinensis* O. como alternativa de manejo de coleópteros asociados a granos de frijol y maíz almacenados.

II. Revisión bibliográfica

2.1 Importancia económica de las semillas agrícolas (frijol, maíz): disponibilidad en Cuba.

Los granos y cereales constituyen alimentos de presencia obligada en la dieta diaria de la población cubana. Los granos o leguminosas (frijoles, chícharos), aportan el 20 % de la proteína alimenticia consumida en todo el mundo, son escasos en grasas, ricos en carbohidratos y tienen alto contenido de hierro y fósforo. Aportan B6 y otras vitaminas del complejo B; son mejores que los cereales como fuente de aminoácidos (MINCIN, 2014).

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) constituyen un adecuado complemento alimentario, por lo que representa un alimento básico para América Latina. Los mayores productores de la región son México, que siembra 1,6 millones de ha con 1,2 millones de toneladas y Brasil 3,9 millones de ha sembradas y 3,3 millones de toneladas. Sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen en Canadá y en Estados Unidos con 1,9 y Argentina con 1,3 t ha⁻¹ (Faure *et al.*, 2014).

En Cuba, se siembran alrededor de 100 000 ha anuales para su consumo seco con un rendimiento medio de 1,1 t ha⁻¹. El per cápita anual normado para la distribución a la población es de 6,9 kg, sin tener en cuenta el consumo de los comedores institucionales (Faure *et al.*, 2014).

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar CC 25-9 presenta de 15 a 22 vainas con una cantidad de 3 a 4 granos por vaina y posee una masa de 17,2 a 18,8 gramos cada 100 granos.

El frijol constituye una de las especies de leguminosas con grano más importante para el consumo humano. Se cultiva prácticamente en todo el mundo, en 129 países de los cinco continentes (FAO, 2008).

2.2 Importancia del cultivo del fríjol

Entre los países productores de esta leguminosa se destacan por orden de importancia Brasil con 16,0%, India con 15,9%, Myanmar con 10,5, China con 8,9%, México con 5,8%, Estados Unidos con 5,6% y otros con 9,4%. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) América latina es la principal productora de frijol aportando un 45% de la producción mundial y se estima que entre los años de 1969 al 2007 se ha producido en promedio cada año 15 millones de toneladas y en el 2008 subió a 20 millones de toneladas estableciendo un rendimiento de 730 kilogramos por hectárea.

2.2.1 Importancia nutricional

Los frijoles, como la mayoría de las legumbres, son una excelente fuente de nutrientes para la alimentación humana. El U.S. Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) recomienda comer legumbres, como frijoles rojos, varias veces a la semana por su alto contenido en fibra y proteínas ya que se conoce que 177 g de frijoles, pueden aportar 224 calorías, 1 g de grasa, 15 g de proteínas, 40 g de carbohidratos, 13 g de fibra dietética y 4 mg de sodio. Los frijoles además son ricos en vitamina B1 o tiamina, ácido fólico, hierro, magnesio, fósforo, potasio, zinc, cobre y manganeso(FAO,2008).

2.3 Importancia del cultivo del fríjol.

El maíz se extendió al resto del mundo, debido a su capacidad de crecer en climas diversos. Las variedades ricas en azúcar, llamadas maíz dulce se cultivan generalmente para el consumo humano como granos, mientras que las variedades de maíz de campo se utilizan para la alimentación animal, la elaboración de derivados para alimentación humana (harina, masa, aceite y, mediante

fermentación, bebidas alcohólicas como el whisky bourbon) y la obtención de productos químicos como el almidón.

2.3.1 Características de los Granos

En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósido que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. Indicadores del rendimiento (Peso de 100 granos); pureza semilla, valor agrícola.

2.3.2 Valor nutricional

Si bien el maíz es un alimento muy rico en nutrientes, al punto que era considerado el alimento vegetal principal entre los quechuas y tiene señalada participación en la mitología mesoamericana, la composición química del grano de maíz se ve afectada por el genotipo, medioambiente y condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína es del 10% y más del 60% son prolaminas (López *et al.*, 2006)

Presentan muy bajo contenido de aminoácidos esenciales, como lisina, triptófano e isoleucina, lo que provoca que el valor biológico de la proteína sea bajo y de pobre calidad nutricional. Esto motivó a los fitomejoradores a obtener nuevos materiales con mejor mensaje nutricional.

2.4 Ataque de insectos-plaga en granos almacenados: importancia económica

Ante una producción estacional de cereales, el hombre ha recurrido al almacén de granos desde hace años. Durante este almacenamiento pueden presentarse diversos factores que deterioran la calidad de los granos, entre ellos, los insectos-plaga ocupan el primer lugar en importancia. Si no existe un control preventivo adecuado, estos insectos encuentran un ambiente favorable para su crecimiento y desarrollo, donde pueden expresar en gran medida su potencial reproductivo y de alimentación (Domínguez y Marrero, 2010).

A la fecha se han registrado alrededor de 250 especies de insectos-plaga que afectan a productos almacenados, de las cuales 12 son considerados de gran importancia.

Tabla 1. Especies de insectos-plaga en granos almacenados (Domínguez y Marrero, 2010)

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.	Picudo del maíz
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Picudo del arroz
<i>Prostephanus truncatus</i> (Horn.)	Barrenador grande de los granos
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius.)	Barrenador pequeño de los granos
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Gorgojo de tórax aserrado
<i>Tribolium castaneum</i> (Hbst.)	Gorgojo castaño de la harina
<i>Tribolium confusum</i> Duval	Gorgojo confuso de la harina
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver.)	Palomilla dorada del maíz
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say.)	Gorgojo del frijol
<i>Zabrotes subfasciatus</i> Boheman	Gorgojo pinto del frijol
<i>Cryptolestes pusillus</i> (Schon.)	Gorgojo plano de los granos
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Steph.)	Gorgojo rojizo de los granos

2.4.1 Clasificación de insectos plagas por su importancia fitosanitaria.

Las plagas varían de acuerdo a la región, estación del año y periodo de almacenamiento. En base al daño que ocasionan se han agrupado en especies primarias, secundarias y terciarias. Estas últimas se multiplican en granos y productos en avanzado deterioro causado por otros insectos o microorganismos. Por su importancia en el inicio de los daños se describen a continuación las primarias y secundarias.

- Especies primarias. Se caracterizan por atacar a granos que no han sufrido daño. Son las más importantes durante el almacenamiento y mueren cuando sus fuentes de alimentación se agotan o las poblaciones alcanzan altos niveles. Los daños generalmente comienzan en campo, por lo que el manejo debe iniciar antes del almacenamiento. En este grupo se encuentran el gorgojo del maíz (*Sitophilus zea mais* Motsch.), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus* Horn.) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cerealella* Oliver.) como las más importantes.
- Especies secundarias. Se alimentan de granos dañados por plagas primarias o de granos partidos. Su capacidad de alimentación es amplia y es posible que hagan su aparición desde muy temprano en el almacén. Se multiplican con facilidad en productos obtenidos de la molienda de granos. De las más importantes en este grupo están la polilla bandeada (*Plodia interpunctella*), el escarabajo castaño (*Tribolium castaneum* Hbst.) y el barrenillo de los granos (*Rhyzoperta dominica* Fabricius.).

2.4.2 Daños y pérdidas.

La velocidad a la que un insecto infesta y causa daños a la masa de granos, además de la presencia de alimento y de especies primarias, está determinada en primera instancia por la temperatura, humedad del ambiente y humedad del grano (un rango entre 12 a 18 % en el grano es favorable (Domínguez y Marrero, 2010).

El ataque de plagas a los cultivos ocasiona grandes pérdidas económicas anuales a nivel mundial (IFAS, 2012; citado por Báez, 2014). En Cuba se almacenan 24 000 t de alimentos como Reserva del Estado y se derogan anualmente más de 2 millones de USD por concepto de importación de alimentos. Debido a las pérdidas económicas que ocasionan las plagas se han desarrollado estudios relacionados con

la prevención y el control de organismos perjudiciales de almacén o contaminantes, que inhabilitan el alimento para el consumo humano o animal (Báez, 2014).

A nivel mundial el ataque de insectos plagas en almacenes de alimentos ocasiona pérdidas económicas anuales entre 162 y 475 millones de dólares. En Cuba la incidencia de insectos plagas y roedores han causado pérdidas anuales de alrededor de 22 000 t de productos alimenticios almacenados. Aunque esta situación se ha revertido con la adopción de medidas que forman parte del programa intensivo de reordenamiento de la cadena puerto- transporte-economía interna, aún se estiman mermas de 1100 t de alimentos almacenados (Domínguez y Marrero, 2010).

Recientemente Murillo (2007) informó el aumento de los precios de los alimentos en el mercado internacional, y en particular de la canasta básica familiar cubana, para lo cual el estado destina más de mil millones de dólares. Esta problemática condiciona la necesidad de reducir las pérdidas ocasionadas por insectos plagas y lograr una mayor eficiencia en el manejo fitosanitario de los almacenes de alimentos del país. Por ello resulta imprescindible el desarrollo de inspecciones entomológicas periódicas, el diagnóstico y la actualización del registro de especies que inciden según el tipo de alimento infestado (Pérez y Miralles, 2008).

Ramos (2005) refiere que el ataque de insectos en almacenes produjo pérdidas económicas de alimentos esenciales como el arroz, chícharo, frijoles, lentejas, garbanzos y otros granos almacenados. En Ciudad de La Habana las afectaciones se triplicaron en el 2004 en relación con el 2000, y alcanzaron estimados superiores a 1325 t/año, con mayores pérdidas en chícharo, frijol negro y colorado. De igual forma en la provincia de Matanzas, durante el período abril-junio del 2006, se cuantificaron considerables afectaciones sobre estos granos.

2.4.3 Familia Curculionidae

Es una de las más importantes familias dentro del orden Coleoptera, reúne un sinnúmero de especies nocivas para las plantas y es a la vez una de las familias más numerosas en especies. Su característica distintiva es la prolongación de la cabeza en un "rostró" y sus antenas acodadas. Estos insectos son conocidos como gorgojos y picudos (Sánchez, 1983).

Descripción de *Sitophilus zea mais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae)

Larva: patas normalmente ausentes; labium con una barra hipofaríngea esclerotizada transversa en su superficie interna; antenas reducidas, usualmente con 1-2 segmentos.

Adulto: cabeza con un rostró más o menos pronunciado, suturas regulares usualmente confluentes; antenas usualmente geniculados y terminadas en maza, con escapo retractable en una muesca de la cabeza.

2.4.4 Familia Bruchidae

Los adultos de esta familia se reconocen fácilmente por su forma compacta y oval. En la mayoría de las especies el tamaño varía entre 2,0 y 4,0mm. La coloración del cuerpo es generalmente negra, café o rojo oscuro, en ocasiones, con variados patrones de color formados por los pelos del cuerpo, algunas veces muy contrastantes y otras veces uniformes. La cabeza es pequeña, en ocasiones alargada, generalmente no visible desde arriba, encorvada hacia abajo y hacia atrás, descansando sobre las bases de las patas anteriores. Los ojos son grandes y las antenas con 11 segmentos pueden ser aserradas, clavadas o pectinadas.

Gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera. Bruchidae).

Las larvas de estos insectos, sin excepción, son espermófagas (Romero, 2002), es decir, se alimentan de semillas de aproximadamente 34 familias de plantas (Lorea-Barocio *et al.*, 2006), especialmente de fabáceas.

La hembra adulta deposita los huevos en la semilla hospedera; la larva se introduce en su interior y se desarrolla en ella. El estado de pupa ocurre en la cavidad que deja la larva al alimentarse en el interior de la semilla, de donde emerge posteriormente el adulto (Kingsolver, 2004).

Insecto color café con pigidio, patas y antenas de color marrón. Adultos con cuerpo cubierto de pelos grises y amarillentos que forman numerosas manchas borrosas en los élitros. Las hembras ovipositan dentro del grano, en donde completarán su ciclo de vida. La oviposición también se da en vainas en madurez fisiológica. Se desarrolla en lugares templados con una altitud superior a 1500 msnm, dañando especialmente graneros y almacenes, donde puede haber 4 a 5 generaciones por año.

Los élitros estriados y cortos, dejan expuesto al último segmento abdominal, llamado pigidium. El fémur posterior por lo general está engrosado y con frecuencia presenta un diente en el borde inferior, no así la tibia posterior que en ocasiones tiene una espina o varias espuelas en su extremo (Kingsolver, 2004).

El umbral de Daño Económico informado para *Acanthoscelides obtectus* (Say) es de 2 individuos/3kg⁻¹ de granos.

2.5 El género *Agave*

El género *Agave* L. pertenece a la familia de las Agaváceas y comprende numerosas especies originarias de las zonas desérticas de América (Elicriso, 2017). Existen cerca de 200 especies, ubicadas mayormente en el centro y norte de México (Info Rural, 2017)

2.5.1 Importancia económica del género *Agave*: potencialidades como insecticida natural

Además de las propiedades y usos referidos anteriormente a este género, los agaves se consideran una fuente importante de metabolitos secundarios. Estudios fitoquímicos de extractos de hojas y raíces de varias especies de agaves muestran una riqueza en compuestos químicos como alcaloides, saponinas, terpenoides, cumarinas, azúcares reductores, inulina, fructanos, fenoles, etc. (Chigodi *et al.*, 2013; Almaraz-Abarca *et al.*, 2013).

Dichas sustancias han sido asociadas con numerosas propiedades como antibactericidas, antifúngicas, medicinales, prebióticas y fitorremediadoras (Reddy *et al.*, 2013; González-Valdez *et al.*, 2013; Omodamiro *et al.*, 2014).

2.5.2 *Agave americana* L.

Es el *Agave* más difundido y conocido en todo el mundo, en las zonas cálidas-templadas porque es el más tolerante, entre las muchas especies, a temperatura y también por su capacidad de crecer en maceta (Elicriso, 2017).

Los extractos crudos de hojas de *A. americana* también han manifestado actividad antiesporulante contra *Sclerospora graminicola* Sacc (Deepak *et al.*, 2007).

Guleria y Kumar (2009) refirieron que los extractos metanólicos de esta especie tienen un efecto potente contra *Alternaria brassicae* Berk.

Las saponinas tienen un papel central en las propiedades antimicrobianas de *A. americana* (Guleria y Kumar, 2009).

2.5.3 *Agave fourcroydes* Lem.

Tiene potencialidades para la producción de productos naturales como esteroides y detergentes a partir de sus saponinas (Robert *et al.*, 1992) y principios activos para la industria farmacéutica y la industria agropecuaria (Eastmond *et al.*, 2000).

2.5.4 Uso y potencialidades de los agaves para el control de plagas

El uso excesivo durante décadas de plaguicidas químicos en la agricultura ha despertado preocupación en el sector científico y en la población a nivel mundial. Estos productos contaminan el medio ambiente y constituyen un peligro para la salud humana y animal; por lo cual, la búsqueda y la formulación de bioproductos de origen botánico que permitan el control de plagas y enfermedades en los cultivos de interés agrícola, constituye un campo de constante investigación (Granados-Echegoyen *et al.*, 2015).

Los insecticidas botánicos son considerados de bajo riesgo, se han utilizado tradicionalmente por las comunidades humanas y constituyen una alternativa atractiva y segura de desarrollo ambiental a los insecticidas sintéticos para el control de vectores y plagas (Tennyson *et al.*, 2012).

Los agaves, en general, presentan numerosos metabolitos de importancia en la industria biofarmacéutica y alimenticia. Los compuestos bioactivos más importantes encontrados en este género son las saponinas, los fructanos, los alcaloides y los compuestos polifenólicos, entre estos últimos abundan los taninos, los terpenos y los flavonoides (Kumar *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2014; Widsten *et al.*, 2014).

Las saponinas son importantes para la obtención de sustancias esteroideas llamadas sapogeninas, específicamente hecogeninas y tigogeninas, mediante un proceso de hidrólisis ácida (Zhang *et al.*, 2012).

Debido a las potencialidades que ofrece el henequén como planta portadora de metabolitos con principios activos plaguicidas, es necesario continuar el estudio a partir de materiales crudos de plantas locales, para evaluar la actividad contra las principales plagas y enfermedades que se presentan en los cultivos de interés agrícola.

La evaluación *in vitro* de la actividad insecticida de un extracto de *Agave fourcroydes* Lem., evidenció un efecto plaguicida contra coleópteros y dermápteros. El macerado provocó un 50 % de mortalidad de las plagas y las muertes ocurrieron transcurridas 96 h (Báez, 2014).

Los extractos crudos de hojas de *A. americana* también han manifestado actividad antiesporulante contra *Sclerospora graminicola* (Deepak *et al.*, 2007). Guleria y Kumar (2009) refirieron que los extractos metanólicos de esta especie tienen un efecto potente contra *Alternaria brassicae*. Las sapogeninas tienen un papel central en las propiedades antimicrobianas de *A. americana* (Guleria y Kumar, 2009).

2.6 El género *Piper* L.

Piper L. es un género de plantas magnoliopsidas de la familia Piperaceae, es una taxa económica y ecológicamente importante, con más de 4 000 taxones descritos (Tebbs, 1993).

2.6.1 *Piper aduncum* L.

Piper aduncum L, llamada popularmente matico, hierba del soldado, achotlín o cordoncillo, es un árbol perenne de la familia de la pimienta (Piperácea). Crece silvestre en costas y selvas de América Central y América del Sur y en los valles interandinos hasta los 3 000 msnm (Taylor, 2006).

El aceite esencial de *P. aduncum subsp. ossanum* demostró que posee un efecto acaricida promisorio y selectivo frente a *V. destructor*. Los componentes mayoritarios del aceite son el canfeno, alcanfor, piperitona y viridiflorol. Al efecto acaricida de los vapores de *P. aduncum subsp. ossanum* contribuyen varios de sus componentes volátiles y el efecto por exposición completa está asociado a los terpenoides oxigenados, entre los que son mayoritarios el alcanfor y la piperitona. El aceite esencial de *P. aduncum subsp. ossanum* es un candidato promisorio para el desarrollo de un acaricida botánico y podría ser utilizado en un futuro en el contexto de un manejo integrado de la virosis (Taylor, 2006).

2.6.2 *Piper auritum* K.

Scott *et al.* (2008), señalan que el género *Piper*, está representado por 700 especies, en particular *P. auritum* Kunth (Piperaceae), conocida como hoja santa o acuyo. Es una especie aromática originaria de México y distribuída hasta Colombia. Tiene propiedades insecticidas, repelentes y antialimentarias por la presencia de aceites esenciales (metabolitos volátiles) y las conocidas piperamidas (Olivero-Verbel *et al.*, 2009)

2.7 *Citrus sinensis* O.

Las plantas del género *Citrus* han sido muy estudiadas para el control de microorganismos, encontrando que inhiben el crecimiento de varias especies de hongos (Martos *et al.*, 2008). Esto se debe a que producen varios metabolitos secundarios en los frutos y hojas, incluyendo alcaloides, terpenos, fenoles, flavonoides, taninos y saponinas (Okwu *et al.*, 2007).

Cítricos comunes como la naranja (*Citrus sinensis*), tienen una gran cantidad de metabolitos secundarios en la cáscara y en las semillas, los cuales tienen actividad antifúngica (Lu *et al.*, 2007). Un ejemplo son las flavonas metoxiladas, casi exclusivas de los cítricos, como son la nobiletina, sinensetina, tangeretina, quercetogetina y heptametoxiflavona, las cuales son más efectivas como sustancias antifúngicas que los demás flavonoides presentes en la cáscara de los cítricos. Esto se debe a que las flavonas metoxiladas no presentan glicosilaciones y tienen el grupo metoxilo en su estructura (Del Rio *et al.*, 2000).

Todos estos compuestos hacen que los cítricos tengan un gran potencial como fuente de metabolitos secundarios para usarlos por la industria agropecuaria en el desarrollo de biopesticidas.

Los cítricos son plantas con potencial para el desarrollo de biopesticidas debido a la actividad antifúngica que presentan contra varios patógenos (Kuate *et al.*, 2006). La naranja (*Citrus sinensis*) son cítricos muy conocidos y su actividad antifúngica ha sido estudiada, demostrando que los extractos de este fruto inhiben el crecimiento de varias especies de hongos (Okwu *et al.*, 2007).

La naranja del cultivar Valencia (*Citrus sinensis*) es la variedad de naranja dulce más cultivada en las regiones cítricas del mundo al igual que en Colombia, siendo las regiones subtropicales las responsables de más del 85% de la producción mundial; los principales países productores son Brasil, Estados Unidos, México, India y China (Orduz y Garzón, 2012).

Particularmente, las semillas de naranja (*Citrus sinensis*), contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas y otros glicósidos fenólicos y se ha demostrado que estos metabolitos secundarios están relacionados con la actividad antioxidante de este género (Manthey, 2004)

2.8 Impacto económico –ambiental.

Según MINAG (2014) el insecticida Carbaryl (Cerbicid PH 85) es usado en el control de plagas como crisomélidos, saltahojas y larvas de lepidópteros para los cultivos de frijol, habichuela, maní y soya. Este insecticida tiene una toxicidad aguda en mamíferos, el cual es ligeramente peligroso ya que presenta una dosis letal de 500 mg/kg de peso corporal, significándose además la letalidad de abejas y peces.

Como método de control químico se utiliza el insecticida de contacto Carbaryl, Servin 80 WP o Cerbicid PH 85, el cual presenta categoría toxicológica III y según el daño que puede provocar se caracteriza por ser medianamente tóxico y el ingrediente activo es 1- naftilmetil carbamato al 80 % .El insecticida tiene un gran impacto económico-ambiental ya que es muy costoso y según su categoría toxicológica es medianamente tóxico con letalidades por contacto.

III Materiales y Métodos

3.1 Área de Estudio

La investigación se realizó en el Municipio de Limonar durante el periodo de abril 2017 a abril 2018 en el área perteneciente a la finca integral perteneciente a la CCS “Juan Gualberto Gómez” (Figura 1). El sistema principal de producción agrícola que predomina es una combinación de frutales y cultivos varios de ciclo corto entre ellos los granos, destacándose la siembra de frijol y maíz.



Figura 1. Representación satelital de la finca integral perteneciente a la CCS Juan G. Gómez

En la finca se almacenan las semillas en sacos y se emplea como método de conservación la fumigación con Carbaryl (CNSV, 2014)

3.2 Métodos de recolecta

Se tomaron muestras bajo un diseño experimental totalmente aleatorizado de granos de frijol negro y maíz de manera directa (conservados en sacos) en el almacén de la finca (Figura 2 a y b). Se realizaron colectas con instrumentos como pinzas y calador entomológico de las especies (Domínguez y Marrero, 2010). Además se utilizó una lupa y una placa Petri de cristal de 20 cm de diámetro

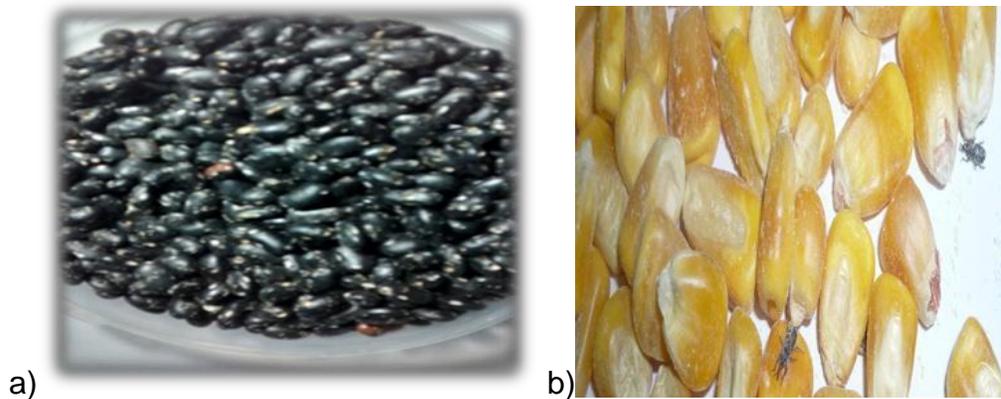


Figura 2 Muestras de granos almacenados en la CCS: a) Frijol CC 25-9 y b) Maíz HDT-66

3.3 Diagnóstico taxonómico e identificación de los insectos plagas asociados al frijol y al maíz.

Los insectos se trasladaron al laboratorio de Entomología de la Universidad de Matanzas .Posteriormente, se conservaron en frascos de cristal en alcohol al 70 % y se describieron según la metodología de Domínguez y Marrero (2010).

Para la identificación de los ejemplares se describió la coloración, el tamaño, las características morfológicas generales, la venación de las alas y la genitalia. Las observaciones se realizaron bajo un Estereomicroscopio Stemi y cámara teléfono Huawei 3,2 Megapixels.

Las especies se identificaron mediante las claves taxonómicas de Domínguez y Marrero (2010).

3.4 Evaluación de la etología de las principales especies insectiles: daños en granos

Mediante un calador entomológico se tomaron de manera aleatorizada muestras de granos sanos e infestados por insectos presentes en el almacén de la finca. Se trasladaron al Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Matanzas, se describieron las lesiones externas por alimentación de los insectos y se pesaron en una balanza Sartorius BSD 2201 Max 2200g (Figura 3).



Figura 3: Pesaje de los granos de frijol CC 25-9 sanos y dañados por coleópteros.

3.4.1 Coeficiente de nocividad (peso granos)

Se determinaron los coeficientes de nocividad mediante la fórmula de Deriabin:

$$CN = \frac{a - b}{a} \times 100$$

a

Dónde:

a- Granos sanos y b- Granos dañados

Conteo de larvas / grano y evaluación de daños larvales.

Se tomaron muestras de los granos de frijol C 25-9 y con ayuda de una pinza entomológica y un bisturí se realizó un corte horizontal para cuantificar los índices de infestación larval y los daños realizados en el interior de los granos (Figura 4).

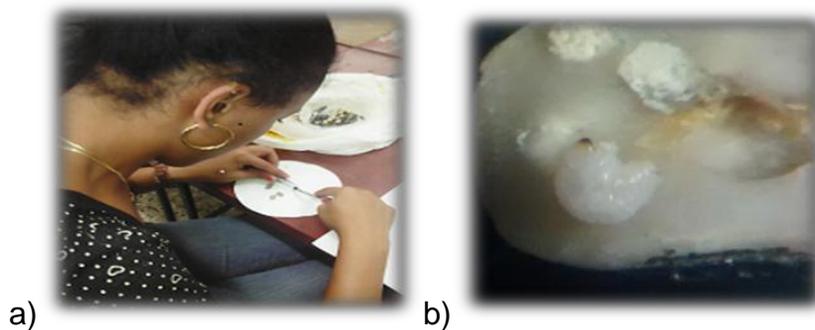


Figura 4.a) Realización de corte horizontal y b) Daños provocados por larvas en granos

3.5 Eficacia insecticida de extractos naturales de *Agave* sp y aceites esenciales de *Piper* sp y *Citrus* sp.

- **Agaváceas**

Selección e identificación del material vegetal

Para la realización de los experimentos se seleccionaron ejemplares de diferentes especies de Piperáceas (*Agave americana* L. y *Agave fourcroydes* Lem.) localizados en las áreas del Jardín Botánico de Matanzas, ubicado en el campus de la Universidad de Matanzas, provincia de Matanzas, Cuba. La identificación de las especies se realizó por especialistas del Jardín Botánico de Matanzas, a partir del análisis de los caracteres morfológicos (Mabelkys Terry, Directora del JBM, Comunicación personal).

Se seleccionaron hojas de *Agave americana* L. y *Agave fourcroydes* Lem. en plantas que no presentaban síntomas de enfermedades o ataque de plagas.



a)



b)

Figura 5. a) Recolecta de hojas sanas de *Agave americana* L. y b) Recolecta de hojas sanas de *Agave fourcroydes* Lem.

Preparación de los extractos acuosos

Extractos de Agaváceas

El experimento se realizó en los laboratorios pertenecientes al Centro de Estudios Biotecnológicos (CEBIO) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas.

Se extrajo una muestra foliar de 1 500 g de los ejemplares de *Agave* sp escogidos según la metodología de Báez (2014). Las hojas fueron colectadas en el mes de octubre de 2017 y lavadas con agua destilada para eliminar impurezas.

Posteriormente las hojas fueron peladas y cortadas en dados pequeños; posteriormente se molinaron en un dispositivo IMPUD y se obtuvo el extracto vegetal fresco (Figura 6).



Figura 6. Obtención de extractos acuosos de *Agave* sp.

Procedencia de aceites esenciales

Dada la participación de la FCA de la UM en el Proyecto Nacional de Investigación del Programa de Salud Vegetal " Productos basados en aceites esenciales para el control de plagas en semillas de interés económico ". Se estudiaron los extractos de *Piper aduncum* subsp. *Ossanum*, *Piper auritum* (Piperaceae), *Citrus sinensis* L (Rutaceae) facilitados por especialistas del Grupo de Plagas Agrícolas del CENSA. Se evaluaron los aceites esenciales con Códigos: 34-123 A y 48-40 A (Pino, 2018).

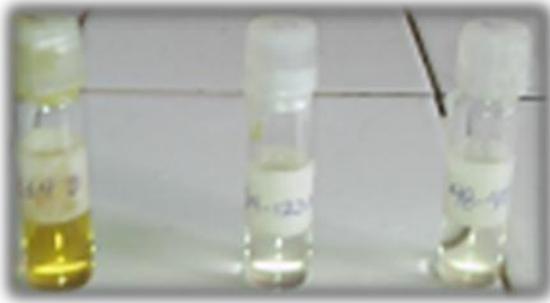


Figura 7. Aceites esenciales evaluados (Proyecto CENSA, 2018)

3.6 Análisis Fitoquímico de los Extractos

Para profundizar en los metabolitos secundarios presentes en las plantas de agavácea evaluadas en los experimentos de mortalidad insectil, se realizó mediante un análisis cualitativo la determinación de saponinas, fenoles y flabotaninos; en correspondencia con la metodología descrita por Chigodi *et al.* (2013), citado por Alfonso (2017).

3.6.1 Preparación de las disoluciones para los ensayos

Disolución salina de cloruro de sodio al 85 % para ensayo de fenoles: Se pesó 85 mg de cloruro de sodio, se trasvasó cuantitativamente a un matraz aforado de 100 mL con agua destilada, se enrasó y homogenizó.

Disolución de cloruro férrico al 5 % para ensayo de fenoles: Se pesó 5 g de cloruro férrico (FeCl_3), se trasvasó cuantitativamente a un matraz aforado de 100 mL con una disolución salina al 85 %, se enrasó y homogenizó.



Figura 8: Preparación de las disoluciones de Cloruro férrico y Cloruro de sodio.

3.6.2 sayos cualitativos para determinar metabolitos secundarios

- Ensayo para saponinas:

A la *fracción acuosa* (5 mL) se le adicionó 5 mL de agua y se agitó la mezcla fuertemente durante 2 minutos. Se realizó una réplica mediante la mezcla de un mililitro de cada extracto con 3 mL de agua destilada, se agitó vigorosamente y posteriormente la mezcla se calentó a 100 °C.

Como criterio de presencia de saponinas, se evaluó la aparición de una espuma jabonosa de más de 2 mm de altura en la superficie del líquido y persistencia por más de 2 minutos. De igual forma se consideró la presencia de sapogeninas, al observarse la formación de espuma o una mezcla cremosa con pequeñas burbujas.

- Ensayo para fenoles y flabotaninos:

A la *fracción acuosa*, se le añadió 5 mL de una disolución de cloruro férrico al 5 % en disolución salina, se le añadió acetato de sodio previo al ensayo.

Como criterio de muestra con presencia de fenoles, se consideró la aparición de un color o precipitado verde oscuro. Para evaluar la presencia de Flobataninos, se mezcló un mililitro de cada extracto con una solución de HCl al 2% y se calentó a 100°C. La presencia de flobataninos se determinó por la formación de un precipitado rojo (Figura 8).

3.7 Actividad repelente de los extractos acuosos de agavaceae y de los aceites esenciales sobre *Acanthoscelides obtectus* Say.

El ensayo se montó en el Laboratorio del CEBIO, para ello se utilizó un diseño totalmente aleatorizado. Como organismo diana se evaluaron adultos de *A. obtectus*, por ser los individuos que mostraron plagamientos intensos en las semillas de frijol almacenadas en la finca.

Para la evaluación de la repelencia se utilizaron cinco tratamientos representados por los extractos de *A. americana* L., *A. fourcroydes* (Báez, 2014) y los aceites esenciales de *Citrus sinensis* O., *Piper aduncum* subsp *ossanum* y *Piper auritum* (indicar que son los códigos 114-B, 34-123 A, 48-40 A), así como un testigo. A partir de adultos sanos de *A. obtectus* Say criados en laboratorio, se depositaron 10 adultos en las cámaras de repelencia. Las mismas se construyeron con algunas modificaciones acorde a lo recomendado por Pérez *et al.*, 2012. Se utilizaron tres placas Petri plásticas de 9,0 x 1,5 cm interconectados entre sí por tubos de polietileno transparentes de 1 cm de diámetro. En la placa central se colocaron los insectos y se dispuso como alimento granos de frijol CC 25-9 procedentes de la CCS en estudio (Figura 9).

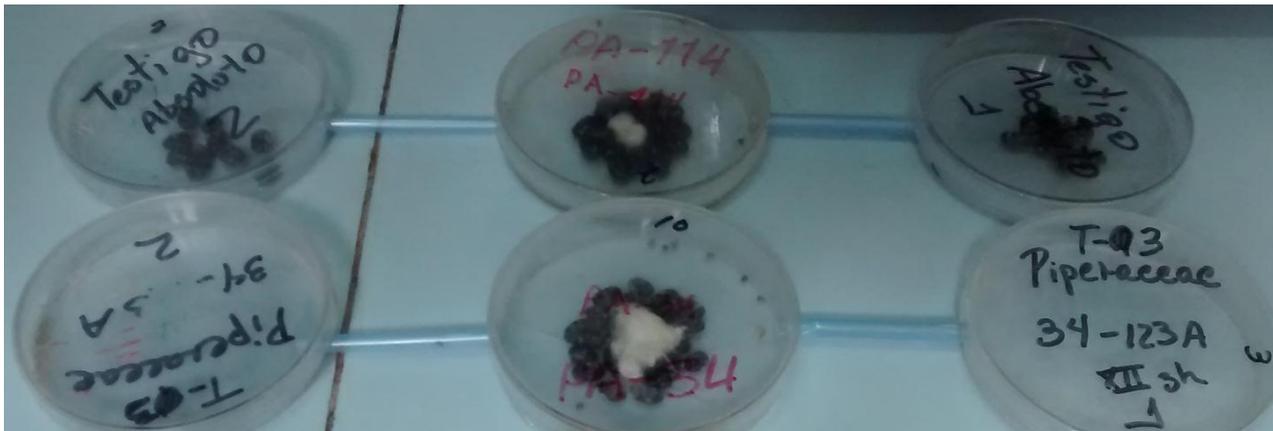


Figura 9. Cámara de repelencia para *A. obtectus* Say.

El alimento en la placa central fue asperjado con 1 mL de los tratamientos descritos anteriormente al 50 y 100 % de concentración. El testigo se asperjó con igual volumen de agua destilada y se establecieron tres replicas por tratamiento.

3.7.1 Determinación de los Índice de repelencia.

El índice de repelencia se determinó según Pérez *et al.*, (2012), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de repelencia} = 2G / (G + P)$$

Dónde:

G =porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el testigo

Mediante esta ecuación se pudo determinar si los productos utilizados eran neutros ($IR=1$), atrayentes ($IR>1$) o repelentes ($IR<1$). Además se pudo conocer el % de mortalidad en la recámara el cual se llevó a una tabla en Excel.

3.8 Evaluación de la actividad insecticida y mortalidad de los extractos sobre *Sitophilus zea mais* Motsch

Se procedió de manera similar al ensayo anterior, se utilizaron placas Petri separadas y como organismo diana se estudiaron adultos de *Sitophilus zea mais*. Con el auxilio de una micropipeta se asperjaron de manera independiente 2 mL de los extractos botánicos descritos garantizando la cobertura sobre los insectos y el alimento suministrado (Figura 10).



Figura 10. Evaluación de la mortalidad ocasionada por extractos naturales sobre *Sitophilus zea mais* Motsch.

Se realizó el recuento de muertes cada 2 horas y se determinó el porcentaje de mortalidad según la fórmula de Abbott.

Además se realizaron observaciones in vitro sobre el efecto biofumigante de estos aceites naturales sobre adultos de *S. zea mais*. Se depositaron 10 individuos de *S. zea mais* en el interior de tubos de ensayo de 18 cm que contenían como alimento

granos y harina de maíz. Los tubos se taparon con un tapón de goma al que se le conectó internamente una mota de algodón inoculada con 1 mL de cada uno de los cinco tratamientos descritos en el ensayo anterior.

Para el Testigo se procedió de similar manera pero se embebió la mota de algodón con agua destilada. Cada una hora se evaluó la mortalidad y se determinó el porcentaje de muertes según la fórmula de Abbott.

3.10 Análisis estadístico.

Para el procesamiento estadístico de los resultados, se confeccionó una base de datos en Microsoft Excel. A los valores de infestación se les aplicó la prueba de ``Kolmogorov-Sminov`` para comprobar la normalidad de los datos. Además los valores porcentuales de mortalidad se transformaron previamente a arco seno $Vx/100$ y los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. Las medias se compararon entre sí mediante la décima de Duncan a un nivel de significación del 0,05 %; para ello se utilizó el programa estadístico Statgraphic versión 5.0.

3.11 Valoración del Impacto económico –ambiental.

Se entrevistaron a los productores de la finca integral perteneciente a la CCS Juan Gualberto Gómez para conocer la aplicación de insecticidas que se utilizaron durante el almacenamiento, que en el caso del frijol y maíz se asperjaron con Carbaril.

Se consultó además la Lista oficial de plaguicidas de la República de Cuba (CNSV, 2014) y se describieron las características ecotoxicológicas del producto comercial Carbaryl empleado por los campesinos. Además se realizó un análisis del costo de aplicación e impacto del insecticida sintético y se comparó con los extractos botánicos estudiados.

IV Resultados y Discusión

4.1 Diagnóstico taxonómico e identificación de plagas asociadas al frijol C 25-9 y el maíz en granos almacenados.

En los monitoreos se observaron dos especies de coleópteros que incidieron en los granos de frijol y maíz almacenados en la finca integral. Se identificaron a las especies *Acanthoscelides obtectus* Say. y *Sitophilus zeamais* Motsch. representados por las familias Bruchidae y Curculionidae respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Identificación de especies asociados al cultivo del frijol y el maíz almacenados en la Finca integral.

Especie	Orden, Familia	Fenología del cultivo	Observación de daños
<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.	Coleoptera Bruchidae	Semillas	Perforaciones en los granos
<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.	Coleoptera Curculionidae	Semillas	Perforaciones en los granos

Nuestros resultados muestran coincidencia con Domínguez y Marrero (2010); Rojas (2014) quienes encontraron estas especies insectiles asociados a estos granos almacenados en nuestro país.

Teniendo en cuenta el poco conocimiento de los campesinos sobre la identificación de estos insectos plagas, se describen los principales caracteres diagnósticos de ambas especies.

En el frijol se encontraron abundantes poblaciones de un pequeño coleóptero de color pardo café, con el pigidio, las patas y antenas de color marrón. En los adultos se observó el cuerpo cubierto con abundantes de pelos grises y amarillentos que forman numerosas manchas borrosas en los élitros (Figura 11 a).

En el interior del grano se hallaron pequeñas larvas blanquecinas escarabeiformes. Estas características coinciden con la identidad de *Acanthoscelides obtectus* Say. (Figura 11 b)



Figura 11. a) Vista dorsal y ventral de *Acanthoscelides obtectus* Say. b) Larvas de *Acanthoscelides obtectus* Say.

Se señala que las hembras ovipositan dentro del grano, en donde completan su ciclo de vida. Las larvas de estos insectos, sin excepción, son espermófagas, es decir, se alimentan de semillas.

Por su parte en las semillas de maíz se observaron gorgojos de color café o casi negros, con envergadura corporal de aproximadamente 4 mm (Figura 12).

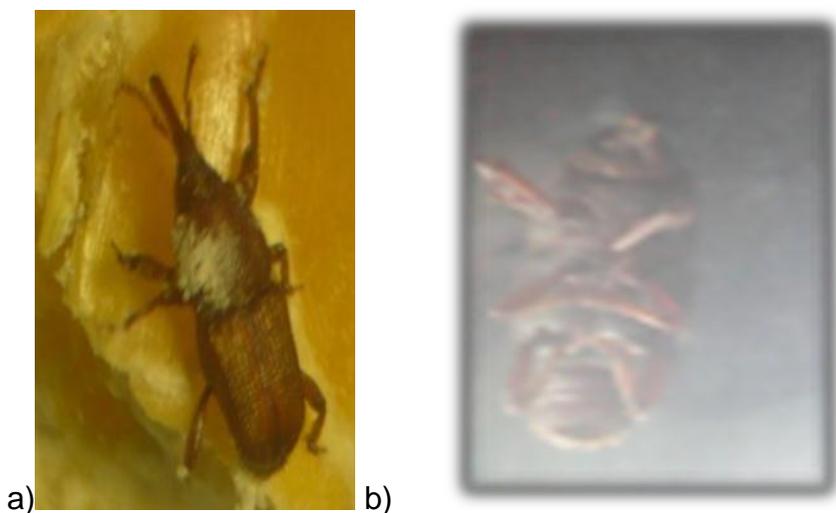


Figura 12. a) Vista dorsal de *Sitophilus zeamais* Motsch. b) Vista ventral de *Sitophilus zeamais* Motsch.

Tanto las larvas como los adultos se alimentaron del grano. La hembra adulta hace un hueco en el grano, deposita un huevo por grano y lo cubre con un fluido gelatinoso. Durante su ciclo de vida una hembra puede depositar de 300 a 550 huevos, los cuales incuban en tres días y originan una larva blanca y suave de tres milímetros (Domínguez y Marrero, 2010).

4.2 Descripción de daños de *Acanthoscelides obtectus* en el frijol.

La inoculación en laboratorio de los granos del frijol CC 25-9 con brúchidos permitió corroborar los daños observados inicialmente en las semillas almacenadas en la Finca Integral perteneciente a la CCS Juan Gualberto Gómez.

Se encontraron abundantes perforaciones en el epicarpio debido a la alimentación de *Acanthoscelides obtectus* (Figura 13 a).

Además cuando se les realizó un corte transversal en la zona de las lesiones insectiles, se encontró que internamente el área cotiledonal estaba muy afectada por la alimentación de abundantes larvas de brúchidos (Figura 13 b).

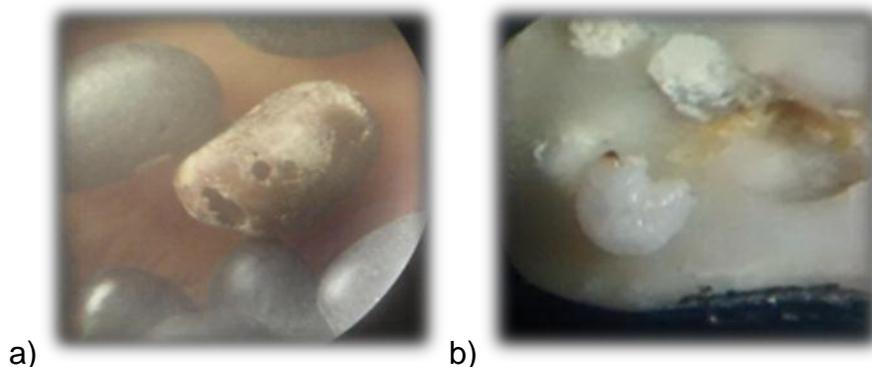


Figura 13. Granos de frijol CC 25-9 infestados por *Acanthoscelides obtectus* a) Lesiones en el epicarpio. b) Lesiones larvales en el interior del grano.

Nuestro resultado coincide con autores como Domínguez y Marrero (2010) que plantean que las larvas se desarrollan totalmente en la semilla atacada, y antes de pupar realizan un orificio circular cerca de la superficie por el que salen los adultos.

El hallazgo en la CCS Juan G. Gómez de poblaciones superiores a 2 individuos/3 kg⁻¹ de grano indica plagamientos intensos por este insecto y sugiere la necesidad de establecer medidas de manejo para disminuir los daños económicos.

El ataque larval encontrado en el interior de los granos condicionó el hallazgo de Coeficientes de nocividad entre 35-55 %. El insecto provocó una pérdida de casi la mitad de la biomasa del grano, lo que demuestra el efecto nocivo del coleóptero (Tabla 6).

**Tabla 6: Coeficiente de nocividad por consumo de biomasa del grano de frijol
CC 25-9**

Muestra	Peso de diez granos sanos(g)	Peso de diez granos dañados(g)	Coeficiente de Nocividad (%)
1	2,5	1,4	44
2	2,7	1,2	55
3	2,4	1,5	50
4	2,5	1,6	36
5	2,6	1,7	35

Además la permanencia inadvertida de las larvas y de sus deyecciones en el interior de los granos que se consumen (Figura 13 b) afectan la calidad de este importante alimento para la población cubana.

Este efecto nocivo del insecto trajo como consecuencia además que los granos dañados almacenados en la Finca Integral, mostraran un comportamiento negativo para la variable del rendimiento Peso de 100 granos que solo alcanzó valores promedios de 14,8 g (Figura 14).

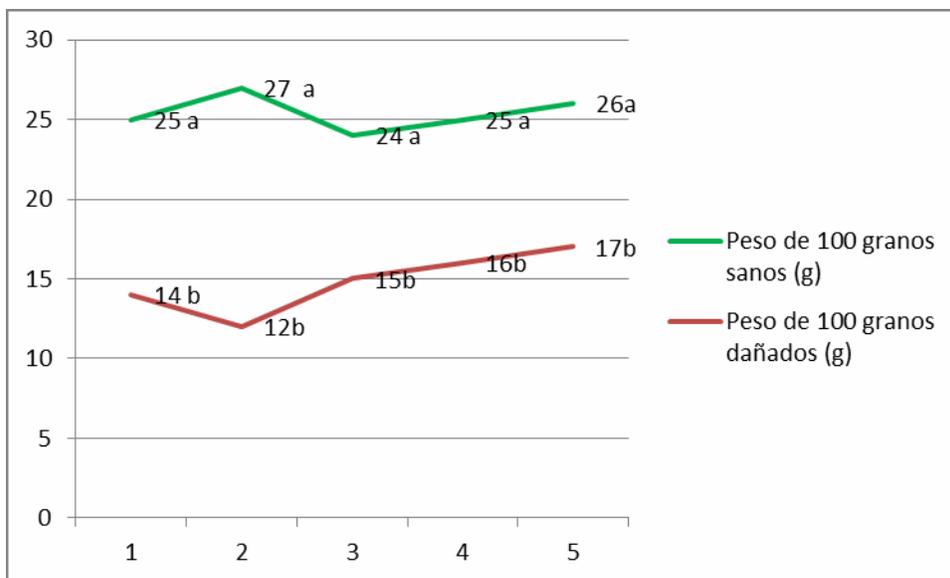


Figura 14. Análisis estadístico del comportamiento del Peso de 100 granos (DS \pm 0,19). Medias con letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente (según Test Duncan p 0.05)

Este resultado difiere con Maqueira *et al.*, 2017, quien en la variedad CC 25-9 encontró valores entre 17,2-18,8 g para el peso de 100 granos, comportamiento que supera a lo observado en nuestro estudio. Ello permite afirmar que estas afectaciones en los granos provocan un importante daño económico y hacen necesario establecer medidas oportunas de manejo del complejo de coleópteros (Curculionidae y Bruchidae) observados.

4.3 Eficacia de extractos botánicos para el manejo de coleópteros plagas en semillas de frijol y maíz.

Efecto repelente y mortalidad de los extractos sobre *S. zea mais*

Los cinco extractos evaluados al 50 % de ingrediente activo evidenciaron efecto repelente sobre *S. zea mais*, ya que mostraron valores de repelencia inferiores a uno. Los valores oscilaron entre 0,3-0,8 (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto repelente y mortalidad de extractos botánicos sobre *S. zea mais* (Temperatura 27 °C).

Tratamientos	Índice de repelencia (IR)	Mortalidad (%)	TL ₅₀ (h)
<i>Citrus sinensis</i>	0,30	80 ^a	4
<i>Piper aduncum</i> subsp ossanum	0,76	80 ^a	5
<i>Agave</i> <i>fourcroydes</i>	0,46	80 ^a	5
<i>Piper auritum</i>	0,80	60 ^b	5
<i>Agave</i> <i>americana</i>	0,66	40 ^c	5
<i>Control</i>	1,00	10 ^d	168

medias con letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente (según Test Duncan p 0.05).

Los cinco tratamientos mostraron un comportamiento promisorio ya que disminuyeron más del 50 % de la progenie de la plaga. Lagunes (1994), señaló que se consideran tratamientos fitosanitarios prometedores aquellos que ocasionan al menos 50 % mortalidad de la plaga.

El mejor comportamiento lo mostró el extracto de naranja (*Citrus sinensis*) con un Índice de Repelencia de 0,3 y fue el que provocó mayor mortalidad en menor lapso de tiempo, en solo 4 horas se observó la muerte en más de la

mitad de la población de *S. zea mais*.

Reda *et al.*, (2010) citaron el efecto insecticida de aceites volátiles de menta (*Mentha piperita F.*), albahaca (*Ocimum basilicum F.*), naranja (*Citrus sinensis Osbeck*) y limón (*Citrus limon F.*) sobre *L. serricorne*.

Resultados iguales al comportamiento mostrado por las Piperaceas fue encontrado por Salvadores *et al.*, (2007) al evaluar en condiciones de laboratorio el efecto de *Piper nigrum L* y hallar valores de Repelencia de 0,75. Por su parte Pérez *et al.*, (2012) al evaluar un extracto de *P. aduncum* subsp. *Ossanum* (PAO-2), encontró registros de I.R de 0,8.

Nuestros resultados experimentales también mostraron correspondencia con los que se registraron por Silva *et al.*, (2003) al evaluar en condiciones de laboratorio el efecto de polvos de *P. aduncum* con una dosis de 2,5 g sobre *Sitophilus zea mais* Motsch en maíz y observar 65,8 % de muertes.

4.3.1 Evaluación del Tiempo letal en poblaciones de *S. zea mais* asperjados con extractos botánicos (100 % concentración).

Es de destacar que los tratamientos con un 100 % de concentración, mostraron 100 % de mortalidad poblacional de *S. zea mais* en un lapso inferior a una hora, *C. sinensis* y *P. aduncum* registraron efecto letal en solo 20 y 30 min, respectivamente (Figura 15).

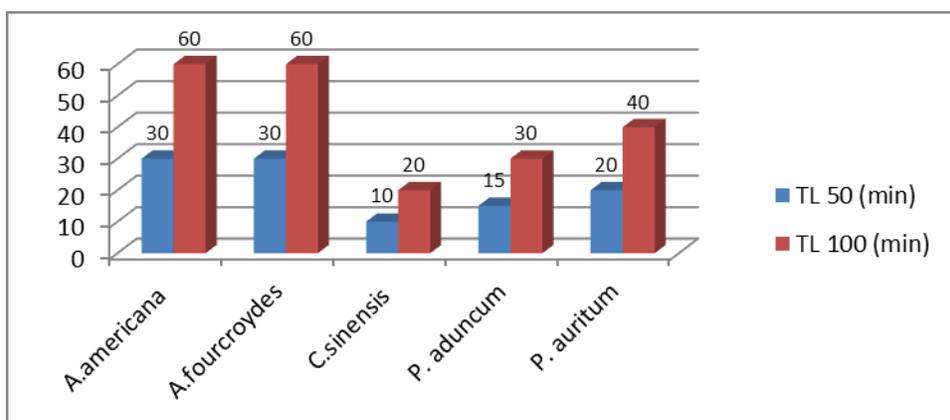


Figura 15. Tiempo letal en poblaciones de *S. zea mais* asperjados con extractos botánicos (100 % concentración)

4.4 Efecto repelente y mortalidad de extractos sobre *Acanthoscelides obtectus*

Teniendo en cuenta que el mayor volumen de granos almacenados en la Finca corresponden al frijol y dado los elevados coeficientes de nocividad (55 %), provocados por *A. obtectus*, así como las afectaciones en la variable del rendimiento peso 100 granos (Figura 14) se decidió evaluar la concentración máxima (100 % de ingrediente activos) de los extractos evaluados.

En la Tabla 9 se evidencia que bajo condiciones de laboratorio los cinco extractos asperjados al 100 % de concentración también mostraron marcado efecto repelente, con IR 0.3-0.6. Los tratamientos con *Citrus sinensis* y *Piper auritum* ocasionaron un mayor efecto letal ya que en solo tres horas ambos preparados botánicos causaron la muerte de toda la población de *A. obtectus* (Tabla 9).

Tabla 9. Efecto repelente y mortalidad de los extractos botánicos sobre *Acanthoscelides obtectus* (Temperatura 27 °C).

Tratamientos	Índice de repelencia (IR)	Mortalidad (%)
<i>Citrus sinensis</i>	0,30	100,00 ^a
<i>Piper auritum</i>	0,30	100,00 ^a
<i>Piper aduncum subsp ossanum</i>	0,50	80,00 ^b
<i>Agave americana</i>	0,60	70,00 ^b
<i>Agave fourcroydes</i>	0,60	70,00 ^b
Control	1,00	20,00 ^c

medias con letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente (según Test Duncan p 0.05).

La rapidez de la acción letal encontrada bajo nuestras condiciones difiere de lo observado por Pérez *et al.*, (2012), quienes señalaron que el aceite esencial de *P.*

aduncum subsp. *Ossanum* (PAO-1) produjo un aumento de las muertes (46 %) del coleóptero *L. serricorne* a partir del noveno día, donde alcanzó el 81,58 % de mortalidad a los 15 días.

En relación a la alta mortalidad (100 %) provocada tanto por el aceite esencial de *Citrus sinensis* como por *Piper auritum*; Pereira *et al.*, (2008) al evaluar el efecto *P. aduncum*, en el control de *Callosobruchus maculatus* (F.) obtuvieron a los cuatro días el 100 % de mortalidad en todas las concentraciones empleadas.

Varios productos de *P. aduncum* demuestran su poder antiinsecto, se informa que las plantas de la familia Piperaceae poseen propiedades repelentes e insecticidas (Celis, 2008).

Los resultados mostrados en las tablas 8 y 9 muestran una disminución tanto de la población de *S. zea mais* como de *A. obtectus*, así como su efecto repelente, todo lo cual evidencia las posibilidades de uso de estos productos en el manejo de las plagas de semillas almacenadas en la provincia.

4.6 Evaluación del efecto biofumigante de los aceites esenciales

Los ensayos en tubos de ensayo desarrollados con los aceites esenciales mostraron 100 % de mortalidad de *S. zea mais* con *Citrus sinensis* L., 90 % de mortalidad con *Piper aduncum* L. y 100 % de mortalidad con *Piper auritum* K. En todos los casos la mortalidad ocurrió transcurridos solo 94 min (Figura 16 a).

Es de significar que al asperjarse los granos infestados por *A. obtectus* (Figura 13 b) con los aceites esenciales de *C. sinensis* tampoco se observó emergencia de adultos, lo que parece indicar el posible efecto larvicida de estos productos.

Ello fue corroborado posteriormente mediante una observación de laboratorio en la que se asperjaron directamente larvas de *A. obtectus* con aceites de *C. sinensis* y

extracto de *A. fourcroydes* (Figura 16 a) y se halló también efecto letal, resultando superior con *C. sinensis* que alcanzó 100 % de muertes en un período inferior a una hora (Figura 16 b).



Figura 16. Efecto larvicida de *A. fourcroydes* y *C. sinensis* sobre *A. obtectus*.

Actividad molusquicida ha sido referida en varias especies de la familia *Agavaceae* como *Agave fourcroydes* Lem., *Agave beauleriana* Jacobi (Iannacone *et al.*, 2013).

La evaluación *in vitro* de la actividad insecticida de un extracto de *Agave fourcroydes* Lem., evidenció un efecto plaguicida contra coleópteros y dermápteros. El macerado provocó un 50 % de mortalidad de las plagas y las muertes ocurrieron transcurridas 96 h (Báez, 2014).

Citrus sinensis tiene una gran cantidad de metabolitos secundarios en la cáscara y en las semillas, los cuales tienen actividad antifúngica (Lu *et al.*, 2007). Un ejemplo son las flavonas metoxiladas, casi exclusivas de los cítricos, como son la nobiletina, sinensetina, tangeretina, quercetogetina y heptametoxiflavona (Lu *et al.*, 2007).

Las flavonas metoxiladas no presentan glicosilaciones y tienen el grupo metoxilo en su estructura (Del Rio *et al.*, 2000). Particularmente, las semillas de naranja (*Citrus sinensis*), contienen altas concentraciones de fenoles, incluyendo numerosas flavanonas y flavonas polimetoxiladas, glicósidos de flavonas y otros

glicósidos fenólicos y se ha demostrado que estos metabolitos secundarios están relacionados con la actividad antioxidante de este género (Manthey, 2004).

4.7 Caracterización fitoquímica de extractos foliares de *Agave*

Evaluación cualitativa de saponinas, fenoles y flabotaninos: actividad repelente e insecticida.

La actividad repelente e insecticida mostrada por los extractos foliares de agaváceas pudo estar dada por la presencia de saponinas y flabotaninos.

Los ensayos de colorimetría demostraron que tanto en *A. fourcroydes* como en *A. americana* predomina la saponina, lo cual fue corroborado por la permanencia de la capa espumosa en la superficie de las muestras (Figura 17).



Figura 17. Determinación cualitativa de saponinas en extractos foliares de *Agave* .

Como criterio de presencia de saponinas, se evaluó la aparición de una espuma jabonosa de más de 2 mm de altura en la superficie del líquido y persistencia por más de 2 minutos. De igual forma se consideró la presencia de sapogeninas, al observarse la formación de espuma o una mezcla cremosa con pequeñas burbujas.

Este resultado coincide con lo hallado por Alfonso (2017) .Varios autores hallaron sapogeninas en *A. americana*; las sapogeninas tienen un papel central en las propiedades antimicrobianas de *A. americana* (Guleria y Kumar, 2006).

4.8 Valoración económica-ambiental

Es positivo expresar además las bondades económico-ambientales, de ambos productos botánicos dado su efecto en la mortalidad de las larvas de *A. obtectus* y la consiguiente interrupción de daños y la emergencia de los adultos. Ello deviene una alternativa sostenible en comparación con el insecticida sintético Carbaryl empleado por los campesinos en la Finca.

En la Tabla 10 se aprecia que el costo del producto químico Carbaryl (insecticida sintético para el control de plagas en el frijol y maíz) es de 7,14CUC. Kg⁻¹, precio que se considera muy elevado, por lo que demuestra la baja rentabilidad económica del insecticida (Tabla 10).

Tabla 10. Relación costo-beneficio del Insecticida Carbaryl.

Producto	Costo de aplicación (CUC/kg)	Categoría toxicológica en Mamíferos	Residualidad ambiental	Peligrosidad
Carbaryl (Cebicid PH 85)	7,14	Medianamente toxico.	Alta	Letalidad por contacto.

Cebicid es un carbamato importado de Insecticidas Internacionales CA, Venezuela y se cotiza por el MINAG a un elevado costo. Es de destacar su impacto ambiental dada su categoría toxicológica, con Toxicología en Mamíferos (TAM): III (Ligeramente Peligroso).

Tiene además efecto adverso en Abejas: Grado 1 (Preservar siempre a las abejas de su contacto, mediante el traslado de las colmenas o por el aislamiento de las familias). Este efecto sobre abejas, pudiera ser similarmente nocivo contra controles biológicos de las plagas de coleópteros, tales como especies de avispidas de la Familia Pteromalidae.

Aunque los campesinos de la CCS Juan G. Gómez aplicaron este insecticida, consideramos que la aplicación del Carbaryl debe ser monitoreada porque presenta además una dosis letal de 500 mg/kg de peso corporal y tiene tiempo de carencia que repercute sobre la inocuidad alimentaria. Todo ello indica la necesidad de reducir el uso de este plaguicida sintético en las fincas evaluadas y socializar las bondades de los productos naturales evaluados.

V CONCLUSIONES

1. Asociados a granos de frijol y maíz almacenados se encontraron a *Acanthoscelides obtectus* Say (Bruchidae) y *Sitophilus zea mais* Motsch (Curculionidae) con niveles de plagamiento intenso (≥ 2 individuos/3 kg⁻¹ de granos).
2. *A. obtectus* causó coeficientes de nocividad del 55 % por consumo de biomasa en el frijol CC 25-9, con afectaciones en la calidad y el peso de 100 granos.
3. Los cinco tratamientos mostraron efecto repelente e insecticida con diferencias estadísticas respecto al testigo. *C. sinensis* y *P. aduncum* mostraron 100 % de mortalidad sobre *S. zea mais* en 0,2 y 0,3 horas; mientras que *P. auritum* y *C. sinensis* evidenciaron 100 % de mortalidad sobre *A. obtectus* pero con tiempo letal de 3 horas.
4. El aceite esencial de *C. sinensis* al 100 % demostró efecto larvicida sobre *A. obtectus* provocando la mortalidad poblacional en menos de 1 hora.
5. Los resultados sugieren la eficacia de los cinco productos botánicos como alternativa de manejo de coleópteros plagas y la mitigación de impactos económicos ambientales del insecticida químico Cebicid PH 85 empleado en las fincas evaluadas.

VI RECOMENDACIONES.

1. Continuar los monitoreos de las especies de coleópteros plagas en otras campañas de producción.
2. Dar seguimiento a las potencialidades que ofrece el henequén como planta portadora de principios activos insecticidas y al estudio a partir de materiales crudos de plantas existentes en el Jardín Botánico.
3. Evaluar la actividad insecticida y biofumigante de los extractos acuosos y de los aceites esenciales bajo condiciones de almacén.

VIII BIBLIOGRAFÍA.

1. Almaraz-Abarca, N., González-Elizondo, M., Campos, M., Ávila-Sevilla, Z.E., Delgado-Alvarado, E.A., Ávila-Reyes, J.A. 2013. Variability of the foliar felon profiles of the *Agave victoriae-reginae* complex (Agavaceae). *Botanical Sciences*. 91 (3): 295-306.
2. Alfonso L. 2017. Evaluación antimicrobiana y molusquicida de extractos acuosos y etanólicos de *Agave* sp. Tesis de Diploma. Universidad de Matanzas: 64 pp.
3. Báez, L.M, 2014. Diagnóstico taxonómico, caracterización de daños y manejo de insectos plagas en el almacén de alimentos de la empresa constructora militar (ECM 4). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
4. Celis A, Mendoza C, Pachón M, Cardona J, Delgado W, Cuca L.2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana.*; 26(1):97-106.
5. Chigodi, M.O., Samoei, D.K. and Muthangya, M. 2013. Phytochemical screening of *Agave sisalana* Perrine leaves (waste). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 4 (4): 200-204.
6. CNSV (2006). Curso sobre Manejo Integrado de Plagas en almacenes, silos, instalaciones de la industria molinera y transportación de alimentos. Impresiones MINAG. Ciudad de La Habana. 78 pp.
7. CNSV (2014).Lista Oficial de Plaguicidas. Resolución Conjunta del Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de la Agricultura.
8. (CNRG)Comisión Nacional de Recursos Genéticos, 2007. Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). Comisión Nacional de Recursos Genéticos, La Habana, Cuba.

9. Deepak, S.A, Oros, G, Sathya narayana, S.G, Shetty, H.S, Sashikanth, S. 2007. Antisporulant activity of watery extracts of plants against *Sclerospora graminicola* causing downy mildew disease of pearl millet. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 2(1): 36-42.
10. Del Rio, J., Arcas, M., Botía, J., Báidez, A., Fuster, M., Ortoño, A. 2000. Involvement of phenolic compounds in the antifungal defense mechanisms of *Olea europea* and *Citrus sp.* *Recent res. Devel. Agricultural & Food Chem.* 4: 331-341
11. Domínguez, J. E. y Marrero L. 2010. Catálogo de la entomofauna asociada a almacenes de alimentos en la provincia de Matanzas. *Fitosanidad* v.14 n.2 Ciudad de la Habana abr.-jun. 2010.
12. Eastmond, A.; Herrera, J. L.; Robert, M. L. 2000. La biotecnología aplicada al Henequén: Alternativas para el futuro. Centro de Investigaciones Científica de Yucatán. México. 106 p.
13. Elicriso. 2017. ¿Cómo cultivar y curar las plantas? Agave. Información de la planta. Propiedades y cultivo [en línea]. Disponible en: http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/agave/. [Consulta: 30 septiembre 2017].
14. Faure A.B., Benítez G.R., Rodríguez A.E., Grande M.O., Torres M.M., Pérez R.P. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1st ed. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical; 2014. 22 p.
15. FAO. 2008. Departamento de Agricultura. Manual de manejo pos cosecha de granos a nivel rural. [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm> [Consultado el 28 septiembre de 2017].
16. García-Oviedo, J. A. (2007). Elabora IPN frijol instantáneo altamente nutritivo. El Universal. Recuperado de <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/39081.html>

17. González-Valdez, L.S., Almaraz-Abarca, N., Proal-Nájera, J.B., Robles-Martínez, F., Calencia-Del-Toro, G. and Quintos-Escalante, M. 2013. Surfactant properties of the saponins of *Agave durangensis*, aplicación oarsmen removal. *International Journal of Engineering and Apple Sciences*.4 (2): 87-94.
18. Guleria, S., and Kumar, A. 2009. Antifungal activity of *Agave americana* a leaf extract against *Alternaria brassicae*, causal agent of Alternaria blight of Indian mustard (*Brassica juncea*) *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 42 (4): 370-375.
19. Granados-Echegoyen, C., Pérez-Pacheco, R., Bautista-Martínez, N., Alonso-Hernández, N., Sánchez-García, J.A., Martínez-Tomas, S.H. and Sánchez-Mendoza, S. 2015. Insecticidal effect of botanical extracts on developmental stages of Bactericidal cockerel (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Southwestern Entomologist*. 40 (1): 97-110.
20. Info Rural, Noticias Agrarias. 2017. El henequén tenía 7 variedades, de las que 4 están perdidas [en línea]. Disponible en: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article131098> [Consulta: 3 octubre 2017].
21. IPS (2010): Menos plagas en alimentos almacenados. (Economics Press Service 07/08). Alimentación. IPS 1999-2010. [en línea]. Disponible en: <http://cubaalamano.net/sitio/client/article.php?id=9875> (Consultada: 3 de octubre , 2017)
22. Iannacone, J., La Torre, M.I., Alvariño, L., Cepeda, C., Ayala, H. and Argota, G. 2013. Toxicidad de los bioplaguicidas *Agave americana*, *Furcraea andina* (Asparageceae) y *Sapindus saponoria* (Sapindaceae) sobre el caracol invasor *Melanoides tuberculata* (Thiaridae). *Neotrop. Helminthol*. 7(2): 231-241.
23. Kingsolver, J.M. 2004. Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta, Coleoptera). *Technical Bulletin I* 1912:1-324.

24. Kumar, R., Kumar, P., Kumar, G. and Chandra, R. 2014. Evaluation of mosquito larvicidal efficacy of leaf extract of a cactus plant, *Agave sisalana*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2 (1):83-86.
25. Kuate, J., Foko, J., Ndindeng, S., Jazet-Dongmo, P., Foure´, E., Damesse, F., Manga, B., Ducelier, D. 2006. Effect of essential oils from citrus varieties on in vitro growth and sporulation of *Phaeoramularia angolensis* causing citrus leaf and fruit spot disease. *European Journal of Plant Pathology* (2006) 114:151–161
26. La Rosa, J. y Vázquez, L. L (1991): Distribución, daños y lucha contra los principales insectos de los productos vegetales almacenados en Cuba. Ed. CID-INISAV. Ciudad Habana. 29 pp.
27. Lagunes A. 1994. Extractos, polvos vegetales y minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, México. 35 p.
28. Lorea-Barocio J.C.; Romero-Nápoles J.; Valdez-Carrasco, J.; Carrillo, J.L. 2006. Especies y hospederas de los Bruchidae (Insecta: Coleoptera) del Estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 40:511-520.
29. Lu, Y., Zhang, C., Bucheli, P., Wei, D. 2006. Citrus Flavonoids in Fruit and Traditional Chinese Medicinal Food Ingredients in China. *Plant Foods for Human Nutrition* 61: 57–65
30. Manthey J.A., (2004) "Fractionation of orange peel phenols in ultra-filtered molasses and mass balance studies of their antioxidant levels"; *J. Agric. Food Chem.* ; Vol. 52, No 25, 7586-92.
31. Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. 2008. Antimicrobial activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control*. Volume 19, Issue 12, Pág. 1130-1138.
32. Maqueira, L; Rojan, O; Pérez, S; Torres, W. 2017. Crecimiento y Rendimiento de Cultivares de frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de los Palacios. *Cultivos Tropicales*, vol. 38, no. 3, pp. 58-63.

33. MINAG, 2017. Producción sostenible de maíz en Cuba. República de Cuba. Ministerio de la Agricultura. Situación de los granos en Cuba.
34. MINCIN (2014): Manejo integrado de plagas de granos y cereales en almacenamiento no climatizado. Curso de Postgrado impartido por especialistas del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior. La Habana.
35. Murillo, M. Distribución de alimentos, cuestión esencial, periódico Granma, La Habana, 26 de junio del 2007.
36. Olivero-Verbel, Fernández.; Stashenko, E. 2009. Acute toxicity against *Artemia franciscana* or essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 5: 419-427.
37. Okwu, D., Awurum, A., Okorokkwo, J. 2007. Phytochemical composition and In Vitro antifungal activity screening of extracts from Citrus plants against *Fusarium oxysporum* of Okra plant (*Hibiscus esculentus*). *African Crop Science Conference Proceedings*. Vol. 8. Pp. 1755-1758.
38. Omodamiro, O.D., Unekwe, P.C., Nweke, I.N. and Jimoh, M.A. 2014. Evaluation of diuretic activity of ethanol extract and its fractions of *Agave sisalana*. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2 (1): 1-6.
39. Orduz, J. O. y Garzón, D. L. (2012). Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja «Valencia» (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. Corpoica. [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v13n2/v13n2a03.pdf> (Consultado 3 de octubre 2017).
40. Paredes López, Octavio; Valverde, María Elena. Cinvestav. 2006. Los recursos nutracéuticos y medicinales que Mesoamérica le ha dado al mundo.
41. Pérez, E.; L. Miralles. 2008. Manejo Integrado de plagas en almacenes, silos, instalaciones industriales y transportación de alimentos, VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal / II Conferencia Internacional de

- Alternativas al Bromuro de Metilo, Palacio de Convenciones, 22-28 de septiembre, La Habana,
42. Pérez, J. C; Pino, O; Ramírez, S, Suris, M. 2012. Evaluación de productos naturales para el control de *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobidae) sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Vegetal*. Vol. 27 No. 1 : 26-32
 43. Pereira R, Adriana C, Vargas OJ, Correa G., Gomes C.A. 2008. Actividad Insecticide de óleos essentials e fixes sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) in grains de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.); 32(3):717-724.
 44. Pino, Oriela. 2018 Proyecto Nacional de Investigación " Plagas en granos y productos bioactivos para su control. Comunicación personal.
 45. Ramos, M.C. 2005. Consideraciones sobre las pérdidas en productos almacenados en Cuba, I Taller Nacional de Alternativas al Bromuro de Metilo en almacenes, silos e instalaciones industriales en Cuba, MINCIN. La Habana.
 46. Reddy, G.K., Lakshmi, S.M., Kumar, C.K.A., Kumar, D.S. and Srinivas, T.L. 2013. Evaluation of anti-inflammatory and antioxidant activity of methanolic extract of *Agave cantala* Roxb. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences*. 4(4): 1300-1309.
 47. Reda F.A., Hoda M.A., Nabila M.S, Nagwa H.A. 2010. Insecticidal activity of Four Volatile Oils on Two Museum Insects Pests. *Egypt Academy J Biologic Sci.*; 2(2):57- 66
 48. Robert, M.L.; Herrera, J.L.; Chan, J.L.; Contreras, F. 1992. Micropropagation of *Agave* spp. J: P: Y: Bajaj (Ed). *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Springer-Verlag. 19: 306 -329.
 49. Romero, N.J. 2002. Bruchidae de México (Insecta: Coleoptera). (en: J. B. Llorente y J. J. Morrone (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Facultad de Ciencias, UNAM, Vol. III. pp. 710 pp.

50. Rojas, P. 2014. Insectos plagas de granos en un silo metálico de la provincia de Matanzas. *Rev. Protección vegetal* Vol. 29 No.1 154 pp.
51. Silva G, Lagunes A, Rodríguez J. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Cien Inv. Agr.*; 30(3):153-160.
52. Scott, I. M.; Jensen, H. R.; Philogene, B. J.; Arnason, J. T. 2008. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) *phytochemistry*, insecticidal activity and mode of action. *Phytochemistry Reviews* 7: 65-75.
53. Tennyson, S., Ravindran, K.J. and Arivoli, S. 2012. Screening of twenty five plant extracts for larvicidal activity against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2: 11301134.
54. Tebbs, M.C. (1993). «Piperaceae. ». Kubitzki, K., Rohwer, J.G. & Bittrich, V. (Editors). *The Families and Genera of Vascular Plants. II. Flowering Plants Dicotyledons*. Springer-Verlag: Berlín. ISBN 3-540-55509-9.
55. Taylor, Dr. Leslie (2006). «Technical Data Report for Matico (*Piper aduncum*, *angustifolium*) » (PDF). Rain tree Nutrition,
56. Widsten, P., Cruz, C.D., Fletcher, G.C., Pajak, M.A. and McGhie, T.K. 2014. Tannins and extracts of fruit byproducts: Antibacterial activity against food borne bacteria and antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.* 62:11146-11156.
57. Zhang, Y., Z. Ma, C. Hu, L. Wang, L. Li and S. Song, 2012. Cytotoxic triterpenesaponins from the leaves of *Aralia elata*. *Fitoterapia*, 83: 806-811
58. Zhao, R.P., Lin, S.S., Yuan, S.T., Yu, B.Y., Bai, X.S., Sun, L. and Zhang, L.Y. 2014. DT-13, Asaponin of dwarf lily turf tuber, exhibits anti-cancer activity by down regulating C-C chemokine receptor type 5 and vascular endothelial growth factor in MDA-MB-435 cells. *Chin. J. Natural Med.* 12:24-29.