



POTENCIAL INSECTICIDA DE EXTRACTOS DE *Melia azederach* L (MELIACEAE). ACTIVIDAD BIOLOGICA Y EFECTOS SOBRE *Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH

Rodrigo Vergara Ruiz¹, Carlos Escobar Soto²,
Pedro E. Galeano Olaya³

RESUMEN

En la búsqueda de alternativas de control de Spodoptera frugiperda J. E. Smith (Lepidoptera:Noctuidae), diferentes al uso de insecticidas se planificó esta investigación con el objetivo de precisar las propiedades insecticidas de extractos de Melia azederach L, para el control de larvas en estado L₂. El trabajo se adelantó en Laboratorios de la Universidad del Tolima en Ibagué, ubicados en una zona de vida correspondiente al bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), las condiciones de temperatura fueron de 28 ± 2°C y 70% de humedad relativa. Estos trabajos se realizaron durante 1994 y 1995.

Los extractos se obtuvieron empleando tres solventes: alcohólico, acetónico y etéreo, trabajando con un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3², con 5 replicaciones.

¹ Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

² Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

³ T.A. Universidad del Tolima, Ibagué

Antes de hacer las aplicaciones de los extractos se procedió a verificar su actividad biológica sobre Artemia salina. La dieta alimenticia natural y la cría masiva de Spodoptera frugiperda, se organizó de tal forma que se pudiera obtener material para toda la investigación. Después de efectuados los tratamientos se hicieron lecturas de mortalidad hasta los 6 días y posteriormente se continuaron realizando observaciones bioecológicas sobre los individuos sobrevivientes, hasta el estado adulto y etapa de oviposición.

El análisis de mortalidad demostro que los extractos tienen un efecto antialimentario sobre las larvas del insecto-plaga, siendo el extracto alcohólico en su dosis alta el mejor

Al efectuar el establecimiento de las dosis letales medias se precisó que se pueden trabajar concentraciones entre 1.000-3 000 ppm para obtener óptimos resultados. El efecto antialimentario de los extractos produce en los individuos sobrevivientes una prolongación de la duración en días de las fases de su ciclo de vida.

Palabras clave: Spodoptera frugiperda, Melia azederach, Artemia salina, control, extractos.

ABSTRACT

Searching alternatives to the use of insecticides to control Spodoptera frugiperda J. E. Smith (Lepidoptera:Noctuidae), was designed this investigation with the purpose to determine insecticide properties of Melia azederach L. extracts, in order to control larvae in L₂ state. Research was developed at the laboratory of Universidad del Tolima-Ibague which is a Humid low mountain forest, with $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ of temperature and 70% of relative humidity. These works were realized from 1994 to 1995.

Using three solvents, alcoholic, acetonic and ethereal were obtained the extracts, working with the completely random design with adjustment factor 3², with five replications.

Before the extract applications were made it was confirmed their activity on Artemia salina. Natural feeding diet and the breeding masses of Spodoptera frugiperda were organized such a way to obtain material for the investigation. After treatments were applied, death rate lectures were made up to six days and then it was followed bioecology observations on the survival individuals up to adult state and oviposition stage.

Death rate analysis proved that the extracts have antifeeding effects on insect-plague larvae, being the alcoholic extract in its high dose being the best. When lethal mean doses were established it was determined that, it is possible to work with 1000-3000 ppm concentrations to obtain the optimal results. The extract effects which is antifeeding produces a lengthening duration in days of their cycle phases.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, *Melia azederach*, *Artemia salina*, control, extracts.

INTRODUCCION

La importancia económica de los insectos plagas que se registran en los cultivos de Colombia, se incrementa en muchas oportunidades por las inversiones que hacen los agricultores en los productos de origen químico para adelantar las prácticas de control. Esta situación se debe no sólo a los precios que los plaguicidas tienen en el mercado, sino también porque las especies nocivas desarrollan resistencia a los insecticidas. Estas consideraciones son válidas para diversas especies-plagas y muy notoriamente, en los últimos años, para *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera:Noctuidae), conocido como gusano cogollero del maíz.

En Colombia, *S. frugiperda* se reporta afectando la gran mayoría de cultivos, así como también un sinnúmero de plantas no cultivadas. En agroecosistemas como algodónero, arroz, sorgo, maíz y caña de azúcar, cultivos de hortalizas, frutales, pastos y en

ornamentales, esta plaga ha sido objeto de control con sustancias químicas, con resultados contradictorios en más de una oportunidad. Se necesita en el país buscar alternativas de control diferentes a los insecticidas sintéticos. Esta investigación pretende explorar la acción insecticida de extractos de una planta de la familia Meliaceae, conocida como Melia o Paraíso, *Melia azederach* L.

En este trabajo se buscaron como objetivos, establecer inicialmente una cría masiva del insecto a controlar o sea *Spodoptera frugiperda*, verificar la actividad biológica de los extractos, comprobar su efectividad insecticida y establecer las dosis letales medias para los extractos aplicados. Se desarrollaron actividades y operaciones en los Laboratorios de Química y Biología de la Facultad de Educación y Entomología de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima, en un período de tiempo comprendido

entre los años de 1994 y 1995.

REVISION DE LITERATURA

Las plantas contienen sustancias que pueden ocasionar alteraciones en el proceso alimenticio de los insectos. Un tipo de ellas son los llamados antialimentarios (aal), de los cuales se conocen solo unos pocos. Se calcula que unos 10.000 metabolitos secundarios se han definido químicamente de varias especies de plantas, pero se considera que su número puede ser de más de 400.000, y de éstos muy pocos se han ensayado como fitoinsecticidas. Ascher (1986) afirma que entre estas sustancias se tienen glicósidos, quinonas, fenoles, terpenos (mono y sesqui-terpenos, ditri y tetranorterpenoides), cumarinas, furanocumarinas, lignanos, alcaloides, esteroides, poliacetilenos y otros diferentes productos. Estos productos químicos pueden ser de alto peso molecular tales como lectinas, polisacáridos y sustancias proteicas. Algunos de estos compuestos inhiben el crecimiento y desarrollo de especies de insectos, otros pueden alterar actividades proteolíticas o amilolíticas y sirven como antialimentarios para insectos y mamíferos. Así mismo, una diversidad de compuestos aleloquímicos de bajo peso

molecular puede encontrarse en las plantas desempeñando un importante papel en los mecanismos defensivos contra el ataque de insectos y otros animales herbívoros, entre estos compuestos se tienen: saponinas, taninos, ligninas, terpenoides, alcaloides, aminoácidos no proteicos y compuestos cianogénicos (Ishaaya, 1990).

Debido a la elevada y diversa producción de estas sustancias por las plantas, Rosenthal (1986) plantea que es importante investigarlas como fuente de bioinsecticidas que disminuyan la peligrosidad de los insecticidas orgánicos de síntesis y así se pueda minimizar la contaminación ambiental. Este planteamiento es respaldado por Saxena (1987) quien comenta cómo los problemas generados por los insecticidas, pueden solucionarse mediante el empleo de productos naturales obtenidos de las plantas y los cuales pueden actuar de forma diferente. Los antialimentarios (aal) pueden reducir o prevenir el proceso alimenticio de los insectos y consecuente con ello su crecimiento, desarrollo, sobrevivencia y reproducción serían notablemente afectados. La presencia de aal en las plantas constituye de por sí una barrera contra el ataque de las plagas y, además, preservan la fauna benéfica.

Las especies pertenecientes al género *Spodoptera* por su carácter polífago se han constituido en un serio problema en diversos países del mundo, de ahí que la búsqueda de soluciones de control se haya extendido a la acción de los compuestos metabólicos de las plantas. Un extracto de las semillas de la planta *Sandoricum koetjape*, demostró poseer dos sustancias limonoides a saber Sandoricina y G-hidroxy sandoricina. Al incorporarlos a las dietas de *S. frugiperda* y *Ostrinia nubilalis* Fabricius, las larvas se vieron afectadas en su crecimiento y desarrollo. Cuando se emplearon dosis altas se incrementó la mortalidad, tal como lo informan Powell *et al* (1991). El listado de plantas estudiadas para obtener extractos contra *Spodoptera frugiperda* es extenso. En Estados Unidos de la planta Meliaceae *Carapa procera* L. se obtuvo por parte de Mikolajczak y su grupo de investigadores (1988) un extracto limonoide el cual tiene efectos antialimentarios sobre *S. frugiperda*. De igual manera en Bélgica, Hubrecht, Delaude y Gaspar (1989) también han adelantado investigaciones para el control de *S. frugiperda* con extractos de plantas, ensayando 9 saponinas obtenidas de las especies *Securidaca longipedunculata*, *Hovenia dulcis* y

Blighia welwitschi con resultados insecticidas de gran interés

Bleecker y Romeo (1981) que investigan diferentes compuestos químicos presentes y relacionados con la familia Mimosaceae y el género *Calliandra* spp. han comprobado seis patrones diferentes de distribución química, y en pruebas de laboratorio sobre insectos fitófagos, se halló una alta actividad insecticida de parte de varios compuestos. En concentraciones equivalentes a las de las plantas inhiben seriamente la supervivencia, el desarrollo y la metamorfosis de los insectos bajo ensayos. En cuanto a la actividad insecticida sobre *Spodoptera frugiperda*, estos autores a partir de *Calliandra* obtuvieron seis aminoácidos de las hojas y al investigar sus efectos encontraron resultados negativos sobre crecimiento y metamorfosis de la especie insectil, a concentraciones de 0,1 a 0,5% incorporados a la dieta total.

Es interesante destacar que en el Africa, Kubo *et al* (1976) emplearon las especies *Warburgia stuhlmannii* L. y *W. ugadensis* L., dos plantas de la familia Canellaceae, encontrando que los extractos de la corteza poseen acción antialimentaria contra *Spodoptera littoralis* (G.) y *S. exempta* (Guenee); los compuestos

aislados fueron Poligodial, Ugandensidial y Warburganal. En otros ensayos usando extractos de *Eremochloa ophiuroides* para el control de *S. frugiperda* por parte de Wiseman *et al* (1990) pudo comprobarse que esta planta presenta resistencia a la plaga, por cuanto contiene ácidos clorogénicos, cafeoilquinínicos, maysina y luteolina. Los extractos se obtuvieron mediante procesos en fresco y fraccionados y se incorporaron a una dieta meridica, ensayándolos contra larvas de primer y segundo instar.

Es muy importante verificar la acción de los extractos no sólo a nivel de laboratorio, sino también en el campo, y es así como Villar *et al* (1990) tomaron como plaga indicadora *Spodoptera frugiperda* y evaluaron infusiones y extractos acuosos de *Hippocratea* sp. *Ricinus communis* L., *Trichilia havanensis* y *T americana*; después de las aplicaciones de los productos encontraron que los extractos tanto de *Trichilia havanensis* como *Trichilia americana* al 10%, con dos aplicaciones por semana, a partir de los 37 días, dieron la mayor protección del cultivo empleado (maíz).

Intentando la obtención de sustancias de plantas con efectos promisorios contra *Spodoptera*

frugiperda, Martínez, Lagunes y Domínguez (1984) probaron infusiones y macerados acuosos de plantas medicinales a una concentración del 5%, con las cuales se contaminó la dieta artificial, donde se colocaron larvas del primer instar de esta plaga. Se tomaron como base dos características: el porcentaje de mortalidad y la disminución del peso de la larva; en el primer caso se considera como una planta prometedoras la que dá un porcentaje de mortalidad igual o mayor al 40%; para el segundo caso, el peso de la larva debe ser menor o igual al 50% de peso del testigo. De un total de 79 plantas probadas de 44 familias, cuatro plantas resultaron prometedoras. *Hyppocratea* sp; *Smilax aristolochiaefolia*, *S. moranense* y *Swietenia humilis*

En trabajos con *Spodoptera litura*, Munakata (1977), encontró que de la planta *Cocculus trilobus* DC, se extrajeron alcaloides con efecto antialimentario; igual resultado se logró con extractos crudos de *Parabenzoin trilobum* Nakai (= *Lindera triloba* Blume). De *Orixa japonica* Thumberg se obtuvieron a partir de las hojas y mediante extractos benzénicos, tres sustancias: isopimpinellina, bergapteno y kokusagina, con efectos antialimentarios sobre esta plaga

(Munakata, 1977).

En Colombia, Moreno, Arango y González (1993), utilizando extractos etéreos y alcohólicos de las especies *Hyeronima moritziana* (Euphorbiaceae) y *Duranta mutissii* (Verbenaceae) investigaron los efectos de contacto e ingestión sobre larvas de *S. sunia* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), criadas en laboratorio. Para ello tomaron un gramo de dieta mezclada homogéneamente con las soluciones en prueba, obteniendo en los resultados preliminares una alta mortalidad. Además, se observaron efectos que retardan los procesos de muda y toxicidad en las larvas que ingirieron la dieta.

En Colombia el insecto fitófago que registra el mayor número de hospederos es el *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera-Noctuidae). Posada (1989), lo menciona atacando 28 plantas diferentes. No se sabe con certeza la fecha en la cual se registra por primera vez *Spodoptera* en el país, pero Gallego (1946) planteó que como *Laphygma* (sinonimia) se encontró haciendo daño a partir de 1937, pero que es factible que su presencia date de muchos años atrás.

Posada (1989) presenta como especies de este género en Colombia

las siguientes: *Spodoptera eridania* (Cramer), *S. frugiperda* J. E. Smith; *S. latifascia* (Walker); *S. ornithogalli* (Guenée); *S. sunia* (Guenée) y *Spodoptera* sp. La más importante especie en Colombia del complejo *Spodoptera* es *S. frugiperda* (J.E. Smith), con un amplio rango de adaptación (0-2800 m.s.n.m.) presente en todas las zonas agrícolas; le siguen en importancia *S. sunia* y *S. ornithogalli*, aunque el primero se encuentra más ampliamente distribuido. El amplio rango de hospederos, el gran potencial biótico y sus hábitos alimenticios le permiten causar daño a todos los estados de desarrollo de muchos cultivos, siendo éstos de importancia económica (Rendón y Cardona y Revelo, 1977).

Spodoptera frugiperda es una plaga con gran capacidad de adquirir resistencia a los insecticidas. En una investigación, Yu (1991) encontró que una cepa de *Spodoptera frugiperda* colectada en campos de maíz en la Florida mostró de 2 a 216 veces más resistencia a los piretroides: permethrin, cypermethrin y fluvalinato, siendo mayor a este último. Esa misma cepa demostró resistencia de 12 a 271 veces a los organofosforados: clorpirifos, metilparathion, diazinon, sulprofos,

diclorvos y malation, y de 14 a 192 veces a los carbamatos metomil, carbaryl y thiodicarb. En Colombia se han realizado varios trabajos para verificar esta resistencia; es así como Bejarano y Español (1984) establecieron líneas base para los insecticidas clorpirifos y profenofos, resultando una DL 50 de 0,0148 mg/g y 0,04751 mg/g en la población El Espinal, siendo éstos los mayores valores de tolerancia, y es la población Villavicencio con 0.0101 mg/g y 0.0320 mg/g, la más susceptible. Posteriormente, González y Guzmán (1989) en estudios sobre la susceptibilidad de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* a diferentes tratamientos químicos, encontraron que la población de *Spodoptera frugiperda* (J. L. Smith) proveniente de El Espinal presentó la mayor DL 50 y pendiente por lo tanto la mayor tolerancia a los productos clorpirifos, profenofos y metomil, y la población de Palmira demostró ser la más susceptible a los productos utilizados.

Las plantas de la familia Meliaceae, son geraniales, arbóreas o arbustivas, de hojas pinnatocompuestas y flores axilares, solitarias o reunidas en espiga o en racimo. En esta familia se incluyen más de 700 especies de unos 50 géneros, y la mayoría de la zona

ecuatorial. *Melia azederach* es una especie distribuida en diversos países de América, en los cuales recibe diferentes nombres comunes, tal como lo presenta, Little (1967); en Colombia se le llama paraíso, en Puerto rico - lilaila, pasilla, en las Islas Vírgenes - lilac, en el Perú - flor del paraíso, en Brasil - cinnamomo, en República Dominicana - alilaila, lila, lilayo y violeta, los panameños la llaman jacinto, en Venezuela - alelí, en Jamaica - hooptree, west-indian-lilac-bread-tree, y en Estados Unidos - chinaberry, chimatree y umbrella.

Melia azederach L. es una planta introducida al Nuevo Mundo, es cultivada y/o se le encuentra dispersa en toda América, desde México hasta la Argentina. En algunas partes se le siembra para obtener fibras. Es fácilmente distinguible de otras Meliaceas del Neotrópico por sus 2 a 3 hojas pinnadas, con hojuelas dentadas o aserradas (Pennington, 1981). Esta planta se cree que es nativa de algún país de Asia Meridional, probablemente desde Irán y el Himalaya hasta China, pero se ha cultivado y naturalizado en países tropicales y subtropicales en todo el mundo. Se encuentra en México, hacia el Sur hasta Brasil y Argentina. En Colombia, es común en la Costa Atlántica, en el interior,

desde los 0-1.500 m.s.n.m.; a temperaturas que van desde los 18°C hasta 36°C.

En diferentes partes de esta plantas se han encontrado sustancias con poder insecticida. Little (1967) menciona que en las hojas hay contenidos de ácido cianhídrico; en los frutos se han detectado los alcaloides paraisina y azaidina y de la porción resinosa se han aislado varias toxinas.

Las primeras evidencias sobre propiedades insecticidas de *Melia azederach*, fueron logradas a través de observaciones empíricas en las primeras décadas del siglo XX, cuando después de invasiones de la langosta migratoria *Schistocerca gregaria* en Palestina, se lograba precisar que de toda la flora, las plantas de *Melia azederach* eran las únicas que no resultaban afectadas. Posterior a este importante hallazgo, se desarrolló todo un trabajo fitoquímico, que permitió separar, aislar e identificar las sustancias activas responsables de esta defensa; resultaron ser tetranortriterpenoides (limonoides) más adelante se encontró que los extractos foliares y de semillas, actuaban como repelentes, fagoINHIBIDORES e impedían oviposición de adultos de lepidópteros (Gomero y Hoss, 1994).

La riqueza en cuanto al contenido de compuestos de importancia para el control de insectos, ha sido explorada en *Melia azederach* L, planta de la cual afirman Nakatani *et al* (1985), se han aislado varios limonoides, entre los cuales el azedarachol es un éster obtenido en extracto etéreo de la corteza de raíces, y el cual demostró actividad antialimentaria contra larvas de *Agrotis segetum* Denis, a dosis de 500 ppm.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se desarrolló en los laboratorios de Entomología y de Química y Biología de la Universidad del Tolima en la ciudad de Ibagué. La zona de vida corresponde a bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) y durante el tiempo del trabajo la temperatura promedio fue de 28°C y la humedad relativa del 70%.

MATERIALES

Material insectil. Para desarrollar el trabajo en condiciones ideales, se siguió la metodología explicada por Cardona (1985), quien recomienda obtener un pie de cría de *Spodoptera frugiperda* de parcelas de un hospedero como sorgo y sobre las cuales no se había adelantado aplicaciones de insecticidas u otros

plaguicidas. Con estas condiciones se aseguró trabajar con una población de la plaga susceptible a cualquier tipo de compuesto natural o sintético que exhiba propiedades insecticidas tal como se detalla más adelante. A partir de la recolección de larvas en el campo se dio comienzo a la cría de la plaga.

Material vegetal. Los extractos vegetales se obtuvieron a partir de la planta *Melia azederach* L. seleccionada por su potencial para obtener sustancias con propiedades insecticidas, tal como lo señalan diversos autores, como Little (1967) y Gomero y Hoss, (1994).

Material para estudio de actividad biológica. Antes de proceder al empleo de los extractos sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* se adelantaron ensayos para precisar su actividad biológica. Para esta fase se utilizó el crustáceo *Artemia* salina, del orden Anostraca, que se caracteriza por poseer dos apéndices torácicos en forma de hoja, portadores cada uno de una branquia, y según Amat (1985), por la ausencia notoria de caparazón rígida. El cuerpo de este organismo es delgado y alargado, claramente segmentado. De conformidad con la raza o biotipo, su longitud y aspecto varían; además, pueden ser bisexuales o partenogénéticos,

diploides o poliploides, de acuerdo con las características físico-químicas de sus hábitats, pero con especial referencia la salinidad, que también afecta su color. Alcanzan a medir entre 10 a 12 mm. En lugares hipersalinos consume materiales de origen biológico (detritos orgánicos), en ocasiones organismos vivos, en especial bacterias y algas microscópicas. Sobre este crustáceo se evaluaron diferentes concentraciones de los extractos de *Melia azederach* en medio acuoso, que se consideran como dosis para efectos de los análisis en los ensayos.

MÉTODOS

La metodología empleada en esta investigación se diseñó por parte de los autores, previos trabajos de laboratorio que permitieron su adecuación.

Obtención del material insectil. Inicialmente se procedió a coleccionar larvas de *Spodoptera frugiperda* de cultivos comerciales de sorgo. Se seleccionaron larvas en estados de desarrollo avanzado con preferencia L₅, L₆ o L₇. En número de 200, se llevaron al laboratorio de Entomología, donde se individualizaron en frascos de vidrio de 300 cc. En el fondo de cada frasco se colocó papel absorbente y

cada uno se tapó con tela de muselina rala. Cada 24 horas se cambiaba el alimento, esto con el fin de dar a las larvas tejido vegetal tierno y suave.

Una vez las larvas alcanzaron a completar su ciclo como tales, se presentó la formación de pupa. Estas se sexaron y se colocaron 25 parejas (en este estado) en frascos confiteros de capacidad de 3 litros, con medidas de 15 cm de diámetro inferior, 21 cm de alto y 12 cm de diámetro superior. Al emerger los adultos en cada frasco se colocaron dos recipientes, uno con agua y otro con solución azucarada al 5% para suministrar alimento líquido. En el interior de los frascos confiteros se introdujo un abanico de papel bond base 24, para facilitar la oviposición de las hembras. El recipiente debía permanecer tapado con tela de muselina blanca. Los huevos se colectaron diariamente para el desarrollo de la cría masiva, recortando las masas de huevos del papel bond y sumergiéndolos en hipoclorito de sodio al 0,5%, para individualizarlos. De esta manera se logró obtener la producción masiva de huevos para tener a disposición la población de larvas, en el momento de evaluar el efecto de los tratamientos.

Obtención de los extractos. Las semillas de *Melia azederach* fueron escogidas para obtener los extractos. Inicialmente se procedió a recolectar frutos en cantidad de un (1) kilogramo, para lo cual se seleccionaron plantas de la misma edad en la zona urbana de Medellín.

La semilla se separó del fruto golpeando suavemente éste con el fin de retirar el endospermo. La semilla obtenida se sometió a un proceso de lavado y enjuague con agua destilada, posteriormente se adelantó el secado de las semillas en un horno, modelo de "Seedburo Equipment Company", a una temperatura de 40°C durante 48 horas. Una vez secas las semillas se maceraron en mortero metálico obteniendo un producto grueso, no harinoso. El material obtenido se pesó para fraccionarlo en porciones y se distribuyó en frascos en grupos de 50 gramos.

En frascos de color ámbar que contenían 3000 ml de cada uno de los tres solventes, a saber etanol, acetona y éter de petróleo, se agregaron 50 gramos del macerado de semillas de *Melia azederach*; esta mezcla se agitó vigorosamente una vez por día durante cinco (5) minutos y luego se dejaba en reposo, operación que se repitió durante tres (3) días. El frasco se depositaba en

un lugar fresco, evitando la incidencia directa de la luz solar

A las 72 horas, se llevó el contenido de los frascos a reflujos en una manta de calentamiento a 40 grados centígrados, durante una hora. La temperatura en cada caso se mantuvo controlada con un termostato. Una vez cumplido el tiempo se procedió a filtrar en un embudo Buchner y se concentró en un evaporador rotario, marca Buchi, hasta lograr la mínima cantidad posible a una temperatura de 40°C. Finalmente se dejó al baño maría a 40°C durante un tiempo relativamente amplio para obtener la máxima sequedad.

Se obtuvieron extractos de hojas y semilla para las pruebas de actividad biológica y de semillas para emplearlas sobre larvas del gusano cogollero del maíz.

Producción de la dieta natural. El hospedero seleccionado fue sorgo (*Sorghum bicolor* Moench), del cual se necesitó realizar una siembra escalonada, para mantener el suministro de tejido vegetal a las larvas. En total se sembraron tres parcelas del cultivo, la siembra se hizo al voleo, y las únicas prácticas adelantadas fueron deshierbes mecánicos y aplicación de fertilización nitrogenada tomando

como fuente úrea. En total se logró mantener un cultivo de 100 metros cuadrados.

Actividad biológica de extractos sobre *Artemia salina*. Antes de iniciar el proceso de aplicación de los extractos sobre el insecto objetivo se recomienda precisar si las sustancias vegetales tienen alguna incidencia en la actividad de un organismo indicador, que en este caso es *A. salina*. Para esta prueba las concentraciones seleccionadas de extractos acuosos de hojas y semillas de *Melia azederach* fueron en ppm de: 10, 50, 100, 250, 350 y 500. El material a ensayar se preparó en solución salina al 0,5%. Los nauplios eran obtenidos con anterioridad, para facilitar su eclosión, y se colocaron en una cubeta con 500 ml de solución salina. Se empleó un recipiente dividido en dos compartimentos separados por una lámina perforada. Los huevos se colocaron en la parte oscura, el otro compartimento permanecía iluminado y allí se ubicaron los nauplios, después de 24 horas de emergidos.

En cada frasco para las pruebas se colocaron 20 ml de extracto, 80 ml de solución salina y 10 nauplios; las lecturas de mortalidad se hicieron a las 24 horas. Con el fin de precisar un grado de confiabilidad de la

prueba se procedió a la aplicación de un análisis por medio del procedimiento alternativo no paramétrico de Spearman-Kärber (1991) para determinar la DL₅₀ de cada uno de los extractos. Una vez comprobada la actividad biológica de *Melia azederach*, se procedió a realizar los trabajos de efectividad sobre el insecto estudiado.

Estimación de la dosis letal media.

Los resultados que se obtuvieron sobre la mortalidad de larvas se sometieron al análisis de regresión, empleando la metodología recomendada por Guzmán (s.f) en hojas de Log-probi. La regresión debe ser corregida mediante una prueba de Chi cuadrado (X^2), para posteriormente proceder a la lectura de los datos correspondientes a DL₅₀.

La determinación de la DL₅₀ de los extractos se hizo de acuerdo con un procedimiento, en el cual se hace el ajuste de la regresión. Se registró en papel Log-probi los datos de mortalidad correspondientes a las dosis de cada uno de los extractos. Se leyó en el papel Log-probi la diferencia entre los datos observados (información original) y los datos del porcentaje de mortalidad esperada (aquella sobre la línea en el gráfico) a todo nivel de dosis. Posteriormente se hacen los cálculos

para obtener los valores de d y del X^2 . Así mismo se procede a la obtención de los límites de confianza (L_c y L_i) para la DL₅₀; el valor del número de insectos probados a los niveles de dosis entre DL₁₆ y DL₈₄, que se conoce como N. Por último se precisan los valores de los límites.

Aplicación de los extractos sobre

larvas de *S. frugiperda* De la cría masiva de *Spodoptera frugiperda* se seleccionaron larvas de segundo instar y fueron confinadas en forma individual en recipientes de vidrio (frascos compoteros) de 7 cm de alto, 6 cm de diámetro inferior y 4 cm de diámetro superior, los frascos se enumeraron en forma consecutiva desde 1 hasta el 550. Este número corresponde al total de individuos que se emplearon en los tratamientos.

Las concentraciones seleccionadas de 100, 1000 y 10.000 ppm, obedecen a los siguientes criterios. cubre un amplio rango de dosificación (100 - 10.000 ppm), lo cual garantiza lecturas diferenciales de los efectos, la distribución logarítmica de los rangos facilita la prueba probi de eficiencia. Estas concentraciones se conservaron como las dosis (niveles) para las diferentes evaluaciones de los extractos.

Las larvas en estos recipientes se alimentaron con tejido foliar del sorgo establecido en las parcelas que se sembraron para tal fin. Los extractos obtenidos con cada solvente se aplicaron en solución acuosa al follaje mediante proceso de inmersión en una solución de 200 cc de cada tratamiento, para ello se tomaron 50 plántulas en cada oportunidad y se pusieron en contacto con la solución; posteriormente cada plántula se introducía en la unidad de evaluación. Se evitaba que el tejido quedara inundado, realizando una leve sacudida de cada plántula. A continuación se depositó una larva de *Spodoptera*, en estado L₂

El líquido restante en cada tratamiento se regresó a un recipiente o frasco diferente al que

contenía la solución madre para conservarlo en nevera. Este procedimiento se realizó cada 48 horas, para las larvas sobrevivientes en los diferentes tratamientos. Las lecturas de mortalidad se adelantaron hasta los 10 días, después de iniciado cada ensayo. El criterio para determinar la larva muerta era el de punzarla con un alfiler entomológico calibre 0; si no presentaba respuesta se catalogaba como inanimada.

Los resultados sobre la mortalidad se analizaron de acuerdo con el diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3², con 5 replicaciones. Los porcentajes se transformaron a arc sen \sqrt{x} . Las comparaciones entre efectos de tratamientos se hicieron mediante la prueba de Duncan.

TABLA 1. Tratamientos utilizados sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* - Ibagué -1995 A.

Tratamientos	Dosis	Identificación
Testigo (agua)		1 al 50
Testigo (agua) + agral	5/1000 de agral	51 al 100
Extracto alcohólico	10.000 ppm	101 al 150
E. alcohólico	1.000 ppm	151 al 200
E. alcohólico	100 ppm	201 al 250
Extracto acetónico	10.000 ppm	251 al 300
E. acetónico	1.000 ppm	301 al 350
E. acetónico	100 ppm	351 al 400
Extracto etéreo	10.000 ppm	401 al 450
E. etéreo	1.000 ppm	451 al 500
E. etéreo	100 ppm	501 al 550

Para analizar aspectos sobre bioecología de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, se llevaron a cabo observaciones sobre longevidad de las larvas, formación de la fase de pupa y emergencia de los adultos. Este trabajo se prolongó hasta cuando la última larva de cada tratamiento completó su ciclo hasta llegar al estado adulto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cría masiva de *Spodoptera*. Mediante el proceso descrito en el numeral 3.2.1, se logró obtener el número de formas insectiles requeridas para la investigación. La oviposición se inició a partir del quinto día de emergidos los adultos. Al cabo de 4 días de haber separado los huevos de las masas se observó la emergencia de las primeras larvas. De esta manera se logró una producción semanal de huevos en cantidad suficiente para mantener el suministro de larvas. Si bien es cierto que las cuantificaciones de huevos y larvas no demuestran valores de gran significancia, coinciden con lo hallado por autores que como Mihm (1984), empleando técnicas más depuradas, logran cifras similares.

En cuatro frascos confiteros conteniendo cada uno 25 parejas, se

alcanza una producción semanal de 30.000 huevos que con un porcentaje de eclosión del 90%, permitirían obtener entre 25.000 a 27.000 larvas.

IMPACTO SOBRE *Artemia salina*. La actividad biológica de *Melia azederach*, se verificó con base en ensayos de extractos acuosos, obtenidos de semillas y hojas. Se emplearon 4 repeticiones.

Los resultados de mortalidad obtenidos sobre *A. salina*, tanto de extractos de semilla como de hojas, demostraron mayores cifras de mortalidad a partir de 250 ppm. Al calcular las dosis letales con las mortalidades obtenidas se precisó que para el extracto acuoso de semillas la DL_{50} es de 202 ppm y para el de hojas, la DL_{50} es de 190 ppm. Con estos datos se logró comprobar el efecto de los extractos sobre organismos, lo que conlleva a asegurar una acción biocida.

Efectividad de los extractos. Después de efectuados los tratamientos con los extractos, en las diferentes dosis y solventes, se calcularon los porcentajes de mortalidad a los seis (6) días o sea 144 horas de las larvas de *Spodoptera frugiperda*. En la Tabla 2 se registran los resultados obtenidos. Puede observarse que en

TABLA 2. Porcentajes de mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda*, en las repeticiones seis días después de la aplicación de los tratamientos. Ibagué-1995 A.

Replica- ciones	Dosis y extractos (ppm)												Total	Promedio		
	Alcohólico						Acetónico								Etéreo	
	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000			1000	10000
R1	40	40	6'	40	40	60	0	50	50	410	45,56					
R2	60	50	50	40	40	40	10	40	60	390	43,33					
R3	70	30	80	30	40	50	30	20	60	410	45,56					
R4	50	60	50	30	30	20	40	10	80	370	41,11					
R5	50	60	80	30	50	60	20	50	50	450	50,00					
Total	270	240	320	170	200	230	130	170	300	2030						
Promedio	54	48	64	34	40	46	26	34	60	45,11						

el caso de la dosis baja, en el extracto alcohólico, los valores de mortalidad varían entre un 40% (R_1) y 70% (R_3) con un promedio del 54%. Para la dosis alta estos valores fluctuaron entre 50% (R_2 , R_4) y 80% (R_3 , R_5) con un promedio del 64%. El mayor porcentaje alcanzado en la dosis media fue del 60% (R_4 y R_5).

En el caso del extracto acetónico de *Melia azederach*, los mayores porcentajes de mortalidad tan solo se lograron con la dosis alta, o sea 10.000 ppm, con un 60% (R_1 y R_5); para las otras dosis los valores de mortalidad están por debajo del 50%, en las cinco replicaciones. Aunque para el caso del extracto obtenido con éter en la cuarta replicación con dosis alta se obtiene una mortalidad del 80% y en las replicaciones R_2 y R_3 del 60%, los resultados en general son bajos en efectividad.

De la Tabla 2, pueden destacarse que los máximos valores promedios de mortalidad, se obtuvieron con el extracto alcohólico, dosis alta (64%) y con el extracto etéreo, dosis alta (60%).

El promedio general fue 45,11%. En todos los casos, la dosis alta en los tres extractos presentó los porcentajes de mayor mortalidad.

Al comparar estos resultados con lo señalado por Potenza, Rossi y Calafiori (1987) y Simmonds, Romeo y Blaney (1988), se puede afirmar que de plantas que tengan compuesto con algún valor insecticida se pueden obtener extractos en diferentes medias con posibilidades de conseguir similares resultados de mortalidad; quiere ello decir que el parámetro que determina la mortalidad de las larvas es la dosis y no el medio. Como los solventes orgánicos pueden presentar propiedades insecticidas es necesario evaluarlos bajo el mismo diseño estadístico.

En la Tabla 3, se incluyen los porcentajes de mortalidad promedio de los extractos alcohólico, acetónico y etéreo, a los 6 días después de la aplicación y del acetónico a los 8 días después de la aplicación. Puede fácilmente observarse que los mayores valores de mortalidad se obtienen con la dosis alta de 10.000 ppm en los tres casos. En tan solo 2 días se logran elevar los porcentajes promedios en el extracto acetónico de 34, 40, 46 a 40, 62 y 68. La sintomatología de las larvas de *S. frugiperda* afectadas por los extractos, coinciden con lo expresado por Saxena (1987), y se corrobora posteriormente en las observaciones bioecológicas

TABLA 3. Porcentajes de mortalidad promedio de *Spodoptera frugiperda*, en cada tratamiento a los seis días de la aplicación. Ibagué - 1995 A.

Dosis (ppm)	Extractos			
	Alcohólico	Acetónico	Etéreo	Acetónico *
0	0	0	0	0
100	54	34	26	40
1000	48	40	34	62
10000	64	46	60	68

(*) Valores a los 8 días de iniciado el ensayo.

Las cifras de mortalidad que se logran en esta investigación no difieren de lo que concluyen Gomero y Hoss (1994) en cuanto a la efectividad de sustancias que contienen diversas partes de *Melia azederach*.

Mortalidad de *Spodoptera frugiperda*

Análisis de varianza. Con el objetivo de buscar explicaciones concretas a los resultados de mortalidad hallados con los diferentes tratamientos (Tabla 3), se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta en la Tabla 4.

Los promedios de los tratamientos y sus correspondientes errores estándar se presentan en la Tabla 5.

El análisis de varianza permitió detectar diferencias entre los efectos de los extractos y diferencias entre los efectos de las dosis, en ambos casos con probabilidades en contra menores del 1%. El análisis de varianza no detectó ninguna relación de dependencia significativa entre los extractos y las dosis.

Las comparaciones entre extractos y entre dosis se realizaron mediante la prueba de Duncan al 99% (Tablas 6 y 7). No se encontró diferencia estadística entre la mortalidad causada por los extractos etéreo y acetónico, pero el efecto de estos fue inferior al del extracto alcohólico (Tabla 6). Como puede observarse el extracto alcohólico es el único de los tres evaluados que alcanza un porcentaje de mortalidad superior al 40%. Aunque como lo señalan

TABLA 4. Análisis de varianza para la mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Arcsen (mortalidad)^{1/2}). Ibagué - 1995 A.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Probabilidad
Extracto (A)	774,57249	2	387,28625**	5,697	,0071
Dosis (B)	837,89637	2	418,94819**	6,163	,0050
Interacción (AB)	518,41689	4	129,60422	1,907	,1305
Error	2447,14730	36	67,97631		
Total	4578,03305	44		Cr =	19,72%

TABLA 5. Valores promedios, errores estándar y límites de confianza (99%) para mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* Extractos (A), Dosis (B) y combinaciones (AB) estudiados. Ibagué -1995 A.

A, B, AB	Promedio	Error estándar	Límites de confianza	
			L. inferior	L. superior
Extractos A				
Alcohólico	47,664667	2,1287917	41,874448	53,454885
Acetónico	39,088000	2,1287917	33,297781	44,878219
Etéreo	38,655333	2,1287917	32,865115	44,445552
Dosis (B)				
10000.	47,766667	2,1287917	41,976448	53,556885
1000	39,940000	2,1287917	34,149781	45,730219
100	37,701333	2,1287917	31,911115	43,491552
Combinación AB				
Alcohólico 10000	49,840000	3,6871755	39,811047	59,868953
Alcohólico 1000	45,796000	3,6871755	35,767047	55,824953
Alcohólico 100	47,358000	3,6871755	37,329047	57,386953
Acetónico 10000	42,466000	3,6871755	32,437047	52,494953
Acetónico 1000	39,180000	3,6871755	29,151047	49,208953
Acetónico 100	35,618000	3,6871755	25,589047	45,646953
Etéreo 10000	50,994000	3,6871755	40,965047	61,022953
Etéreo 1000	34,844000	3,6871755	24,815047	44,872953
Etéreo 100	30,128000	3,6871755	20,099047	40,156953
Promedio General	41,802667	1,2290585	38,459682	45,145651

Martínez, Lagunes y Domínguez (1984), una planta prometidora para obtener extractos con poder insecticida es aquella que arroja una mortalidad igual o superior al 40%, podría aceptarse que en los tres tipos de solventes, el extracto de semillas de *Melia azederach* es un potencial insecticida.

Las diferencias entre los extractos ensayados obedecen a las diferentes sustancias que contienen, ya que cada solvente tiene propiedades químicas particulares y su capacidad de arrastrar sustancias es variable. Los resultados obtenidos, coinciden con lo hallado por Hubrecht, Delaude y Gaspar (1989) y con lo obtenido por Munakata (1977), quien sugiere solo el empleo de solventes alcohólicos y Acetónicos.

Al efectuar la prueba de Duncan al 99% para las dosis (Tabla 7), no se detectaron diferencias entre los efectos de las dosis de 100 ppm y 1.000 ppm, que presentaron porcentajes promedios de **37,40** y **41,21**, se encontró significancia al comparar el efecto de la dosis 100 ppm con el de 10.000 ppm. No hubo significancia al comparar los efectos de las dosis 1000 y 10.000 ppm. Estos resultados son bastante aceptables, de acuerdo con lo expresado por Martínez Lagunes y Domínguez (1984) quienes afirman que valores por encima de un 40%, representan para una planta un buen potencial insecticida. No obstante lo anterior, al analizar las dosis se puede precisar que tiene una mejor posibilidad el explorar dosis entre 1.000 a 3.000 ppm.

TABLA 6. Prueba de amplitudes límites de Duncan (99%) para los efectos de los extractos sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*. Ibagué - 1995 A.

Extractos	Promedio (transformado)	Grupos homogéneos	Promedios (%)
Etéreo	38,655333		39,02
Acetónico	39,088000		39,75
Alcohólico	47,664667		54,64

** Denota diferencias significativas (99%).

TABLA 7. Prueba de amplitudes límites de Duncan (99%) para los efectos de las dosis de *Melia azederach* sobre larvas de *S. frugiperda*. Ibagué - 1995 A.

Dosis (ppm)	Promedio (transformado)	Grupos homogéneos	Promedios (%)
100	37,701333		37,40
1000	39,940000		41,21
10000	47,766667		54,83

** Denota diferencias significativas.

Para una investigación de este tipo, se destaca un aspecto positivo y es que el coeficiente de variación es igual a 19,72% (Tabla 5) lo cual demuestra las bondades del ensayo en cuanto al control del error experimental y la obtención de un tipo de extracto y dosis para el control de *Spodoptera frugiperda*.

En las Figuras 1 y 2, se presentan los intervalos de confianza al 99% para los promedios de los extractos y dosis que se emplearon respectivamente. Se observa que el extracto alcohólico (Figura 3) presenta un mayor efecto de mortalidad, que el acetónico y el etéreo. Es destacable mencionar que en el caso de las dosis (Figura 4), que es obvia la mayor efectividad de la dosis alta o sea 10.000 ppm, pero

sin presentar diferencia con la dosis de 1.000 ppm (los extremos se traslapan)

En las Figuras 3 y 4, se presentan las interacciones entre extractos y dosis y entre dosis y extractos, no obstante que el análisis de varianza no detectó diferencias significativas para estas interacciones. En ellas puede observarse como es el comportamiento de la curva del extracto alcohólico entre la dosis alta, hacia la dosis baja (100 ppm), en comparación con las otras dos curvas (Figura 4). Al observar el comportamiento de las curvas de las dosis se manifiesta de inmediato el contraste de la dosis alta (10.000 ppm) con las curvas de las otras dosis (Figura 4).

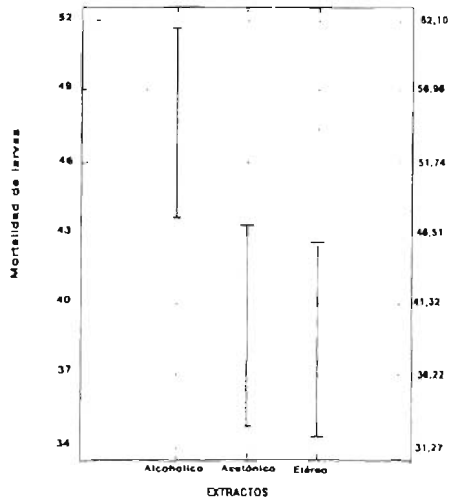


FIGURA 1. Intervalos de confianza (99%) para los promedios de los extractos investigados.

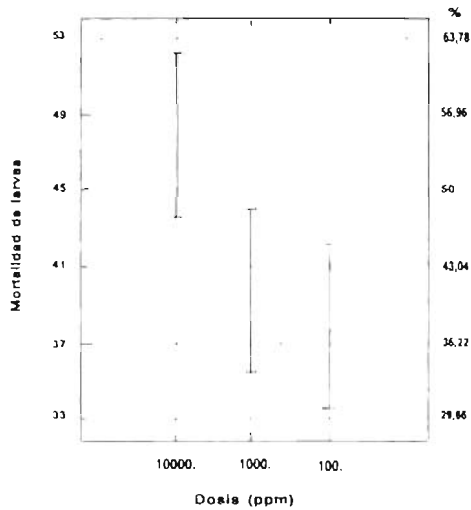


FIGURA 2. Intervalos de confianza (99%) para los promedios de las dosis estudiadas

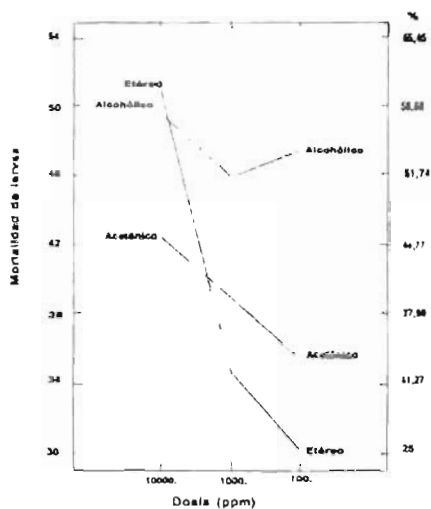


FIGURA 3. Interacción entre extractos y dosis.

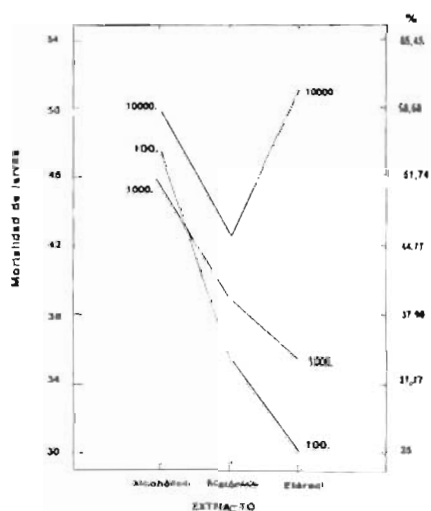


FIGURA 4. Interacción entre dosis y extractos

ESTABLECIMIENTO DE LAS DOSIS LETALES

De conformidad con lo señalado en el capítulo de Materiales y Métodos, se adelantó la estimación de las dosis letales, para cada uno de los extractos. La forma como se procedió fue similar en todos los casos, tal como se describe a continuación.

Dosis letal del extracto alcohólico.

Los valores de mortalidad total, que se presentan en la Tabla 5, para las dosis alta, media y baja a saber 10.000, 1000 y 100 ppm, se llevan a la hoja Log-probi, y una vez ubicados en ella se traza a mano alzada la línea de regresión. Posteriormente se efectúa el ajuste de la regresión del siguiente modo:

a) Cálculo de los valores de **d** para cada nivel según dosis:

$$d_1 = 0$$

$$d_2 = \frac{(48 - 53)^2}{(53)(100 - 47)}$$

$$= \frac{(48 - 53)^2}{(53)(47)} = 0,01$$

$$d_3 = \frac{(54 - 42)^2}{(42)(100 - 42)}$$

$$= \frac{(54 - 42)^2}{(42)(58)} = 0,059$$

b) Sumatoria de valores de **d**

$$d_1 + d_2 + d_3 = 0 + 0,01 + 0,059$$

$$d = 0,069$$

c) Establecimiento del Chi cuadrado:

$$d \times \text{número de insectos} = X^2$$

$$0,069 \times 10 = 0,69$$

d) bondad del ajuste

El valor obtenido de 0,69, es menor que el valor teórico de X^2 (99%). De conformidad a lo planteado en la metodología el ajuste es bastante bueno.

e) Se procede a trazar sobre el valor 50 de la gráfica una línea que corte la regresión. El punto de corte marca el valor de la DL_{50} , que para el caso de este extracto es de 500 ppm (Figura 8).

f) Estimación de los límites de confianza.

- Los valores de las dosis letales 16 y 84 se obtienen de la línea de regresión:

$$DL_{16} = 0.1 \quad DL_{84} = 1.000.000$$

$$DL_{50} = 500$$

- Cálculo de la desviación estándar

$$S = \frac{1.000.000/500 + 500/0.1}{2} = 3.500$$

- Número de insectos evaluados entre DL₁₆ y DL₈₄: N = 120

- Valores logarítmicos.

$$\begin{aligned} \text{anti Log } F_{95} &= \frac{2,77}{120} \times \text{Log } 3.500 \\ &= 1,21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{anti Log } F_{99} &= \frac{3,641}{120} \times \text{Log } 3.500 \\ &= 1,28 \end{aligned}$$

- Límites de confianza:

Límite al 95%

$$\begin{aligned} \text{LS} &= 500 \times 1,21 = 605 \\ \text{LI} &= 500 / 1,21 = 413,22 \end{aligned}$$

Límite al 99%

$$\begin{aligned} \text{LS} &= 500 \times 1,28 = 640 \\ \text{LI} &= 500 / 1,28 = 390,63 \end{aligned}$$

En la Tabla 8 se presentan los valores obtenidos mediante este procedimiento para las dosis letales de los extractos etéreo y acetónico tanto a los seis como a los ocho días. Puede observarse que estos corresponden a: DL₅₀ = 3250 ppm, DL₅₀ = 28.000 ppm DL₅₀ = 410 ppm en forma respectiva.

Observaciones bioecológicas.

Después de dar por terminada la fase estipulada para realizar las lecturas de mortalidad, se decidió continuar haciendo observaciones sobre los individuos sobrevivientes después de la aplicación de los tratamientos. Para tal efecto, diariamente se les cambió el alimento suministrándoles tejido fresco en los mismos recipientes "compoteros". Se buscaba con estas observaciones precisar efectos posteriores en el ciclo de *Spodoptera frugiperda*.

En la Tabla 9 se incluyen los valores sobre las 247 larvas sobrevivientes que se les hizo el seguimiento hasta el estado de pupa. El promedio general de duración del estado larval fue de 26,74 días, siendo menor en el extracto alcohólico (25,87 días) y en la dosis de 10.000 ppm. Se prolonga la duración de la fase de larva en el extracto acetónico (27,33 días). De las pupas formadas se hizo una separación en los frascos confiteros de un número determinado de ellos (Tabla 10) para realizar el ciclo entre pupa y estado adulto. En esta parte se hicieron observaciones sobre 221 pupas, de las cuales emergieron 203 adultos para un porcentaje de emergencia del 91,85% que se considera muy bueno.

TABLA 8. Valores relacionados con el establecimiento de las dosis letales de los extractos. Ibagué, 1995 A.

Extracto	Valores de d	Σd	χ^2	Dosis Letales	Desviación Estándar	Número de Insectos Evaluados	Valores Logarítmicos	Límites de confianza 95% 99%
Alcoholico	$d_1 = 0$ $d_2 = 0.01$ $d_3 = 0.059$	0.069	0.69	$DL_{16} = 0.1$ $DL_{50} = 1.000(0.000)$ $DL_{84} = 5.000$	3.500	120	$F_{95} = 1.24$ $F_{99} = 1.28$	LS = 60(1)S = 640 LI = 413.22(LI) = 390.63
Etereo	$d_1 = 0.0493$ $d_2 = 0.015$ $d_3 = 0$	0.0643	0.211	$DL_{16} = 25$ $DL_{50} = 250(0.000)$ $DL_{84} = 3250$	104.46	120	$F_{95} = 1.113$ $F_{99} = 1.15$	LS = 3.617(1)S = 3.737 LI = 2.920(1) = 2.826
Acetónico	$d_1 = 0$ $d_2 = 0$ $d_3 = 0$	0	0	$DL_{16} = 0.11$ $DL_{50} = 4 \times 10^8$ $DL_{84} = 28.000$	1.407.142.857	120	$F_{95} = 1.386$ $F_{99} = 1.516$	LS = 38.808(1)S = 43.000 LI = 20.202(LI) = 18.229
Acetónico (a los ocho días)	$d_1 = 0.0079$ $d_2 = 0.0146$ $d_3 = 0$	0.0225	0.225	$DL_{16} = 1.8$ $DL_{50} = 90.000$ $DL_{84} = 410$	223.64	120	$F_{95} = 1.173$ $F_{99} = 1.178$	LS = 464.53(1)S = 482.98 LI = 361.87(1) = 348.0

TABLA 9. Duración en días (dd) de larvas de *Spodoptera frugiperda* sobrevivientes a los tratamientos, que logran empupar. Ibagué - 1995 A.

Dosis	EXTRACTOS					
	Alcohólico		Acetónico		Etéreo	
	No. larvas	dd	No. larvas	dd	No. larvas	dd
100	23	30,2	33	32,0	37	30,0
1000	26	26,8	30	28,4	33	29,5
10000	18	20,6	27	21,6	20	21,5
Promedio		25,87		27,33		27,0

Número total larvas observadas: 247

Promedio (d.d): 26,74

TABLA 10. Duración en días (dd) de pupas de *Spodoptera frugiperda* sobrevivientes a los tratamientos y número de adultos emergidos. Ibagué - 1995 A.

Dosis	EXTRACTOS								
	Alcohólico			Acetónico			Etéreo		
	No. pupas	dd	Adultos emergidos	No. pupas	dd	Adultos emergidos	No. pupas	dd	Adultos emergidos
100	20	0	19	30	12	27	34	10	32
1000	24	9	22	27	10	25	30	11	27
10000	14	7	13	24	6	21	18	8	17

Número total observaciones (pupas): 221

Número de adultos emergidos: 203

% emergencia: 91,85

dd (\bar{X}) = 9,22 días

El estado pupal duró 9,22 días, lográndose la mayor duración en todos los extractos para los individuos provenientes de la dosis baja (100 ppm) (Tabla 10) y la menor duración en días para aquellos de la dosis de 10.000 ppm. Es de anotar que las pupas se colocaron en los frascos confiteros, previo sexado para así asegurar el ciclo del estado adulto, el número de pupas por frasco fue de diez (10), para cinco (5) parejas.

Por último se adelantó el experimento para verificar la duración del número de huevos por masa que cada hembra ovipositaba (Tabla 11); debido al número de parejas y a una oviposición irregular

se logró obtener tan solo huevos promedios por cada masa y no el total de huevos por hembra. Las posturas incubaron a los 4,5 días, con un porcentaje de eclosión del 97%, registrados estos dato de la observación de cinco masas de huevos. El rango de huevos por masa fue de 94 a 74, con un promedio de 83,8. La duración promedia de los adultos fue de 11,33 días.

Después de adelantar las lecturas de mortalidad, realizar la transformación de los datos y efectuar los análisis respectivos que conducen a precisar las dosis letales de los extractos y con base en los resultados obtenidos en la presente

TABLA 11. Duración en días (dd) de la fase adulta y número de huevos ovipositados (\bar{X}) por masa de los individuos sobrevivientes. Ibagué-1995 A.

Dosis	EXTRACTOS								
	Alcohólico			Acetónico			Etéreo		
	No. adultos	dd	\bar{X} huevos	No. adultos	dd	\bar{X} huevos	No. adultos	dd	\bar{X} huevos
100	10	14	94	10	12	86	10	14	92
1000	10	12	88	10	10	74	10	12	86
10000	10	10	74	10	8	78	10	10	82

dd (\bar{X}) general: 11,33 días

(\bar{X}) general de huevos por masa: 83,8

Total adultos observados: 90

investigación y en los reportes bibliográficos sobre composición química de *Melia azederach*, se puede señalar con claridad que en las semillas de este árbol hay concentraciones de monoterpenos, sesquiterpenos (diterpenos y triterpenos) cumarinas y lactonas terpénicas que producen acción antialimentaria (Munakata, 1977), pero que su efecto letal puede deberse a la acción sinérgica de varios de estos metabolitos (Nakatani *et al*, 1985). Es claro cuando se examinan las larvas que fueron sometidas a los tratamientos, observar en ellas una deshidratación que es atribuida a la acción de las cumarinas las cuales inhiben el desplazamiento del agua en el protoplasma celular de organismos afectados (Kubo *et al*, 1976).

Aunque en esta investigación no se hizo un estudio fitoquímico, es importante anotar que los esteroides y terpenos son empleados en la síntesis de productos repelentes contra especies insectiles, debido a su sabor amargo y por ello se les atribuye acción fagoinhibidora (Munakata, 1977; Isman y Rodríguez, 1983). Las lactonas terpénicas al igual que las cumarinas presentan actividad antialimentaria y se ha encontrado acción inhibidora del crecimiento en vegetales (alelopatía).

CONCLUSIONES

La utilización de extractos de plantas con acción insecticida es una posibilidad demostrada en esta investigación con *Melia azederach* L. Después de interpretar los resultados obtenidos pueden aportarse como aspectos concluyentes:

- La especie insectil *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, puede criarse masivamente en laboratorio a base de dieta cruda o natural de plantas hospederas como *Sorghum bicolor* Moench.
- La planta llamada Paraiso *Melia azederach* contiene compuestos que permiten una actividad biológica sobre nauplios de *Artemia salina*.
- Los mayores porcentajes de mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* se lograron en todos los casos con las dosis alta (10.000 ppm) para los extractos alcohólico, acetónico y etéreo de *Melia azederach*.
- Los extractos ensayados demostraron una acción antialimentaria.
- El tiempo óptimo de evaluación de resultados es de 72 horas, pero

debido a su efecto progresivo la acción letal se manifiesta en mayor medida después del quinto día.

- Al establecer las dosis letales medias de los extractos mediante el método gráfico de Log-Probit, se verificó no sólo la bondad del procedimiento, sino que también pudo precisarse: extracto alcohólico DL_{50} - 500 ppm; extracto etéreo DL_{50} - 3250 ppm; extracto acetónico DL_{50} - 28.000 ppm; todos ellos a los 6 días después de la aplicación. Cuando para el último extracto se realiza el cálculo de la DL_{50} pero 8 días después de la aplicación esta alcanza un valor de 500 ppm.
- Los extractos aplicados que no tienen efecto letal sobre algunas larvas alteran su biología por cuanto se prolonga la fase larval, se incrementa el período de pupa, se modifica el número de huevos por masa y la duración de los adultos.

BIBLIOGRAFIA

AMAT, F. Biología de Artemia: informes técnicos del Instituto de Investigación Pesquera. Barcelona: Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, 1985. 60p.

ASCHER, K.R.S. Plant-derived insect antifeedants: problems and prospects. *En: International Pest Control*. Vol. 29, No. 6 (1986); p.131-133.

BEJARANO U., A. y L. ESPAÑOL, P. Evaluación de la susceptibilidad de seis poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) a dos insecticidas organofosforados. Bogotá, 1984. 97p. Tesis (Ingenieros Agrónomos). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.

BLEECKER, A.B. and ROMEO, J.J. *En: Phytochemistry*. Vol. 20 (1981); p.1845.

CARDONA, César. Resistencia de insectos a insecticidas. *En: Miscelánea SOCOLEN*. No. 1 (1985); p.2-5.

GALLEGO, F.L. Estudios fundamentales. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad Nacional de Agronomía, 1946. 150p.

GOMERO, D.L. y HOSS, R. Uso de extractos del "árbol paraíso" (*Melia azederach*) en la regulación de plagas del género *Spodoptera*. *En: Plantas para proteger cultivos*. Lima-Perú: RAAA, 1994. p.89-112.

- GONZALEZ, E.M.; GUZMAN, M.J.C. y GUZMAN, Rafael. Evaluación de la susceptibilidad de cinco poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) a tres insecticidas. Ibagué, 1989. 86p. Tesis (Ingenieros Agrónomos). Universidad del Tolima. 1014
- GUZMAN, V.R. Evaluación de la toxicidad: práctica No. 2. Ibagué: Universidad del Tolima, Facultad de Agronomía, 19..?. 8p.
- HUBRECHT, F; DELAUDE, C. and GASPAR, C. The activity against *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith of several saponins extracted from plants originating from Zaire. *En: Med. Fac. Land. Rijk. Gent. Vol. 54 (1989); p. 937-944.*
- ISHAAYA, I. Nutritional and allelochemic insect-plant interactions relating to digestion and food intake: some examples. *En: Insect-Plant Interactions (1990); p.191-223.*
- ISMAN, B.M. and RODRIGUEZ, E. Larval growth inhibitors from species of *Parthenium* (Asteraceae). *En: Phytochemistry. Vol. 22, No. 12 (1983); p.2709-2713.*
- KUBO, I. *et al.* Potent army worm antifeedants from the east african Warburgia. *En: Plants J.C.S. Chem. COM.M. (1976); p.1013-*
- LITTLE, E. Arboles comunes en Puerto Rico. Santo Domingo: Universidad de Puerto Rico, 1967. 356p.
- MARTINEZ, P.S.; LAGUNES, T.A. y DOMINGUEZ, R.R. Búsqueda de plantas medicinales con propiedades insecticidas contra el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *En: Revista Chapingo. Vol. 9, No. 43-44 (1984); p.97-103.*
- MIHM, J.A. Técnicas eficientes para la crianza masiva e infestación de insectos, en la selección de plantas hospedantes para resistencia al gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. México: CIMMYT, 1984. 16p.
- MIKOLAJCZAK, K.L. et al. A limonoid antifeedant from seed of *Carapa procera*. *En: Journal of Natural Products. Vol. 51, No. 3 (1988); p.606-610.*
- MORENO, B; ARANGO, A. y GONZALEZ, J. Estudios de la potencial actividad insecticida de las especies *Dalea caerulea* y *Brunfelsia paniciflora* p. 51. *En: CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA (20:*

1993. Cali). Resúmenes XX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Cali. SOCOLEN, 1993. 142p.

MUNAKATA, K. Insect anti-feedants of *Spodoptera liturra* in plants: plantas resistance to pests. *En: ACS Symposium Series*. No. 62 (1977); p.185-196.

NAKATANI, M. *et al.* Azedarachol, a steroid eter antifeedant from *Melia azederach* var. *japonica*. *En: Phytochemistry*. Vol. 24, No. 9 (1985); p.1945-1948.

PENNINGTON, T.D. Flora neotropica. monograph number 28 Meliaceae. New York: The New York Botanical Garden, 1981. 470p.

POSADA, O.L. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. *En: ICA. Boletín Técnico*. No. 43 (1989); 662p.

POTENZA, M.R.; ROSSI, C.E. e CALAFIORI, M.H. Empleo de extrato de planta de girasol *Helianthus annus* L. no controle de cigarrinha *Empoasca Kracmeri* Ross and Moore 1957 e da patriota *Diabrotica speciosa* Germar 1824 em feijocero *Phaseolus vulgaris*. *En: Ecosistema*. Vol. 12 (1987); p.114-118.

POWELL, R.G. *et al.* Limmonoid antifeedants from seed of *Sandoricum koetjape*. *En: Journal of Natural Products*. Vol. 54, No. 1 (1991); p.241-246.

RENDON, F.; CARDONA, C. y REVELO, R. Plagas del algodónero y su control. *En: El Algodonero*. Vol. 9 Separata (mar., 1977); 107p.

ROSENTHAL, G. Defensa química de las plantas superiores. *En: Investigación y Ciencia*. No. 114 (1986); p.70-72.

SAXENA, R.C. Antifeedants in tropical pest management. *En: Insect Science Appl.* Vol. 8, Nos. 4-6 (1987); p.731-736.

SIMMONDS, M.S.J.; ROMEO, J.T. and BLANEY, WM. The effect of non-protein amino acids from *Calliandra* plants on the aphid *Aphis fabae*. *En: Biochemistry System and Ecology*. Vol. 16, No. 7/8 (1988); p. 623-626.

SPEARMAN-KARBER, T. *Biometrika*. Vol. 78, No. 4 (1991); p. 719-727.

VILLAR, M. *et al.* Utilización de infusiones y extractos acuosos vegetales en el combate del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

(Lepidoptera: Noctuidae) en San Luis Potosí. *En: Chapingo*. Vol. 11, No. 67/68 (1990); p.105-107.

WISEMAN, B.R. *et al.* Biochemical activity of centipedegrass against fall armyworm larvae. *En: Journal of Chemical Ecology* Vol. 16, No. 9 (1990); p. 2677-2690.

YU, S.J. Insecticide resistance in the fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *En: Pesticide Biochemistry and Physiology*. Vol. 39, No. 1 (1991); p. 84-91.

(Recibido: Abril de 1997)

