

UNIVERSIDAD DE PANAMA

**VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS AGRICOLAS CON
ESPECIALIZACION EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**



**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES INSECTICIDAS DE CINCO
ESPECIES VEGETALES PARA EL CONTROL DE AFIDOS *Aphis sp.***

OMAR FERNANDO ALFARO GONZALEZ

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIZACION EN MANEJO DE
RECURSOS NATURALES**

**Panamá, Republica de Panamá
2005**

TH

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES INSECTICIDAS DE CINCO ESPECIES
VEGETALES PARA EL CONTROL DE AFIDOS *Aphis sp.***

TESIS

21 ABR 2005

**SOMETIDA PARA OPTAR AL TITULO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIZACION EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

afijo del centro

**Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser
obtenido en la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado**

Aprobado : *Germán P. de Ching* **Asesor**

Luis Cubillo **Jurado**

Francisco A. Sorel **Jurado**

9033

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre FERNANDO A. GONZALEZ (q.e.p.d), con quien me hubiera gustado compartir mas tiempo de mi vida.

A mi madre Isabel, mi fuente de fortaleza, para quien mi amor de hijo y mi admiración por su inmenso valor humano y fortaleza, no tiene límite.

A mi esposa Martha, quien desempeñó un papel decisivo en la culminación de esta etapa de mi vida profesional

A mis hijos Kathy, José Rodolfo y Alexandrio, exhortándolos a que sigan superándose en la vida

A mis hermanas Evelyn, Luchi y Xelene

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a todas las personas, que de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo y culminación de mi carrera.

Al cuerpo de docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por su valioso aporte al acervo de nuevos conocimientos en la especialidad de Manejo de Recursos Naturales.

A la Dra. Rosemary Segistán de Chávez, por su dedicada atención y atinada dirección del presente estudio.

Al Dr. Francisco Mora, por su interés y esmero para lograr el mejor desempeño en el desarrollo de las actividades académicas.

Al Dr. Luis Cubillas y a su equipo de trabajo, por el apoyo recibido en el procesamiento de las muestras estudiadas

A la Dra. Dora Quiróz, por la identificación de los áfidos estudiados.

Al Lic. Florentino Vega, por su valioso apoyo en el procesamiento de datos y análisis estadístico

A la Sra. Maria Isabel Guzmán y Familia.

A la Sra. Maribel de Marín, por su confianza y desinteresado apoyo.

A Ariel Polanco, por el apoyo recibido para finalizar este trabajo.

Al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), por permitirme el uso de las infraestructuras en las que se desarrollaron parte de las actividades del trabajo de tesis

INDICE GENERAL

	Pag.
Hoja de presentación	I
Hoja de aprobación	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Indice general	V
Indice de cuadros	VIII
Indice de figuras	X
Indice de anexos	XI
Resumen	1
Introducción	2
CAPITULO I	11
ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	11
1.0 Características de la plaga	11
1.1 Clasificación del insecto	11
1.2. Distribución de la plaga	11
1.3. Características biológicas y ciclo de vida	12
1.4. Daño	12
1.5. Multiplicación del Insecto	13
1.6. Estrategias adaptativas del insecto	15
1.7. Control de la plaga	16
1.7.1. Control cultural	16
1.7.2. Control químico	17
1.8 Resistencia de los insectos a los químicos sintéticos y productos botánicos	17
2.0 Clasificación botánica de las plantas fitoinsecticidas	19
2.1. Anamú	21
2.2. Paico	24
2.3. Hierba de limón	26
2.4. Citronela	29

2.5. Balsamino	31
3.0 Propiedades de los insecticidas vegetales ó fitoinsecticidas	33
3.1 Importancia de los insecticidas botánicos en el control de plagas de almacén, de interés veterinario y médico	40
4.0. Control de la plaga	45
CAPITULO II	50
ASPECTOS METODOLOGICOS	50
1.0. Tipo de estudio	50
2.0. Descripción del área de estudio	52
3.0 Descripción de la cría de los insectos	54
3.1. Comportamiento de <i>Aphis craccivora</i> Koch, durante el proceso de multiplicación en cautiverio	57
4.0. Metodología de procesamiento de las plantas para la obtención de los extractos vegetales	59
5.0. Metodología de evaluación de los extractos	62
6.0. Análisis estadístico	65
CAPITULO III	67
RESULTADOS Y DISCUSION	67
1.0. Observaciones sobre el comportamiento de <i>Aphis craccivora</i> Koch, en cautiverio	67
2.0. Análisis e interpretación de los resultados	72
3.0. Evaluación de la Dosis normal: Efecto Insecticida	73
3.1. A las 6 horas	73
3.2. A las 12 horas	73
3.3 A las 24 horas	74
3.4. A las 36 horas	74
4.0. Evaluación de la Sub dosis Efecto Insecticida	77
4.1. A las 6 horas	78
4.2. A las 12 horas	78

4.3. A las 24 horas	79
4.4. A las 36 horas	79
5.0. Evaluación de la Dosis doble: Efecto Insecticida	83
5.1. A las 6 horas	84
5.2. A las 12 horas	86
5.3. A las 24 horas	87
5.4. A las 36 horas	88
6.0. Eficiencia insecticida de cinco extractos vegetales para el control de <i>Aphis craccivora</i> Koch	90
6.1. Eficiencia de control: Dosis doble	91
6.2. Dosis normal	92
6.3. Sub-dosis	94
6.4. Análisis combinado de eficiencia de control	95
7.0. Efecto de repelencia	100
7.1. Dosis doble	101
7.2. Dosis normal	105
7.3. Sub-dosis	108
8.0. Efecto de Inocuidad	112
8.1. Dosis doble	113
8.2. Dosis normal	116
8.3. Sub-dosis	118
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	126
LITERATURA CITADA	127

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro No. 1. Consumo Anual Promedio de Plaguicidas en Centroamérica período 1980-1989.	5
Cuadro N° 2. Descripción del Efecto de Compuestos Isoprenoides y derivados del Acido shiquímico y acetato, sobre diferentes insectos	46
Cuadro No. 3. Identificación de los tratamientos sometidos a estudio para determinar su efecto sobre la especie <i>Aphis craccivora</i> Koch	52
Cuadro No 4. Promedio de mortalidad de áfidos <i>Aphis craccivora</i> Koch, por la aplicación de extractos de cinco especies vegetales. Dosis normal	75
Cuadro No. 5 Promedio de mortalidad por hora de áfidos <i>Aphis spp.</i> . Dosis normal	76
Cuadro No. 6. Promedio de mortalidad por hora de áfidos <i>Aphis spp</i> Sub Dosis	80
Cuadro No. 7. Promedio de mortalidad de áfidos <i>Aphis spp.</i> por la aplicación de la subdosis de extractos de especies vegetales.	81
Cuadro No. 8. Promedio de mortalidad de áfidos <i>Aphis spp.</i> por la aplicación de la dosis doble de extractos de especies vegetales	84
Cuadro No.9 Promedio de mortalidad por hora de áfidos <i>Aphis spp.</i> Dosis doble	86
Cuadro No. 10. Análisis combinado. Índice de eficiencia de control de áfidos <i>Aphis craccivora</i> Koch, por la aplicación de extractos de cinco especies vegetales, correlación entre los tratamientos evaluados y los períodos de evaluación	97
Cuadro No. 11. Análisis combinado. Índices de eficiencia de control de áfidos <i>Aphis craccivora</i> Koch, por la aplicación de extractos de cinco especies vegetales, correlación entre los tratamientos evaluados y las dosis evaluadas	98
Cuadro No 12. Análisis combinado de la eficiencia insecticida de cinco extractos vegetales para el control de <i>Aphis craccivora</i> Koch.	99

Cuadro No. 13. Promedio de repelencia de áfidos <i>Aphis craccivora</i> Koch, por la aplicación de una dosis doble de extractos de cinco especies vegetales	104
Cuadro No. 14. Promedio de repelencia de áfidos <i>Aphis craccivora</i> Koch, por la aplicación de una dosis normal de extractos de cinco especies vegetales	106
Cuadro No. 15. Promedio de repelencia de <i>Aphis craccivora</i> Koch, debido a la aplicación de una sub-dosis de extractos de cinco especies vegetales	110
Cuadro No. 16 Promedio de <i>Aphis craccivora</i> Koch, posados sobre sustratos tratados con una dosis doble de extractos de cinco especies vegetales.	114
Cuadro No. 17. Promedio de <i>Aphis craccivora</i> Koch, posados sobre sustratos tratados con una dosis normal de extractos de cinco especies vegetales.	117
Cuadro No. 18 Promedio de <i>Aphis craccivora</i> Koch, posados sobre sustratos tratados con una sub-dosis de extractos de cinco especies vegetales.	120

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 Parcelas de las plantas evaluadas, sembradas en la Finca Experimental de Ollas Arriba, Distrito de Capira, Provincia de Panamá	53
Figura 2. Invernaderos donde se realizaron las aplicaciones de los fitoinsecticidas	54
Figura 3. Cría de <i>Aphis craccivora</i> Koch, sobre plantas de frijol <i>Vigna unguiculata</i> , variedad RH 209	55
Figura 4. Prueba preliminar de multiplicación de <i>Aphis craccivora</i> Koch, en cautiverio	56
Figura 5. Jaula para la captura de áfidos en campo. Ollas Arriba, Distrito de Capira, Provincia de Panamá	58
Figura 6. Deshidratación de muestras en secador solar	60
Figura 7. Proceso de obtención del filtrado de las plantas con metanol como solvente orgánico	61
Figura 8. Obtención de los extractos de las plantas por remoción de metanol en un rotavapor Büchi	62
Figura 9. Vainas inmaduras de frijol utilizadas como sustrato para las evaluaciones	63

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Figura 10. Promedio de mortalidad de <i>Aphis craccivora</i> . Dosis doble	133
Figura 11. Promedio de mortalidad de <i>Aphis craccivora</i> Dosis normal	134
Figura 12. Promedio de mortalidad de <i>Aphis craccivora</i> . Sub dosis	135
Figura 13. Promedio de repelencia de <i>Aphis craccivora</i> . Dosis doble	136
Figura 14. Promedio de repelencia de <i>Aphis craccivora</i> . Dosis normal	137
Figura 15. Promedio de repelencia de <i>Aphis craccivora</i> . Sub dosis	138

RESUMEN

EVALUACION DE LAS PROPIEDADES INSECTICIDAS DE CINCO ESPECIES VEGETALES PARA EL CONTROL DE AFIDOS *Aphis sp.*

El objetivo principal de esta investigación fue la determinación de las propiedades insecticidas de cinco plantas que forman parte de la flora local, sometiendo a estudio las especies *Petiveria alliacea* (Anamú), *Chenopodium ambrosioides* (Paico), *Cymbopogon citratus* (Hierba de limón), *Cymbopogon nardus* (Citronela) y *Momordica charantia* (Balsamino). Se desarrolló una metodología práctica para observar la respuesta del comportamiento de los áfidos hacia los extractos evaluados y determinar el efecto insecticida, de repelencia, y monitorear la persistencia de los principios activos de los fitopreparados. El estudio constó de tres fases, una agronómica que incluyó el cultivo de las plantas evaluadas, en la segunda fase, las plantas, fueron sometidas a la extracción de los principios activos mediante técnicas de laboratorio, y en la tercera fase, se desarrollaron los bioensayos en los que fueron probadas tres dosis de cada uno de los extractos, una normal, utilizada por los productores, una dosis doble y una sub-dosis, con las que se trataron los sustratos utilizados, sobre 10 individuos de la especie *Aphis craccivora* Koch, por tratamiento. Se realizaron lecturas a las 6, 12, 24 y 36 horas. Los resultados obtenidos indican que la actividad insecticida es mayor al utilizar una dosis doble en los tratamientos, Balsamino, Hierba de limón y Citronela. El análisis combinado de eficiencia, mostró un mayor potencial de letalidad en las especies Hierba de limón, Paico y Balsamino, en su orden. Con relación al efecto de repelencia, los mayores niveles se lograron con las especies Hierba de limón, Paico, Balsamino y Citronela, en todas las dosis evaluadas. Se determinó que tanto el poder insecticida, como el efecto de repelencia, se reduce después de las 24 horas, estimándose que es debido a la naturaleza de las sustancias activas presentes en las plantas evaluadas.

SUMMARY

EVALUATION OF THE INSECTICIDE PROPERTY OF FIVE VEGETAL SPECIES FOR THE APHIDS *Aphis sp.* CONTROL

The principal objective of this investigation, was the determination of the insecticide property of five plants, that form part of local flora, submitting to study, the species *Petiveria alliacea* (Anamú), *Chenopodium ambrosioides* (Worm seed), *Cymbopogon citratus* (Lemon grass), *Cymbopogon nardus* (Citronela grass) y *Momordica charantia* (Wild balsam apple). It was developed a practical methodology to observe the answer of the behaviour of the aphids, toward the evaluated extracts, and determine the insecticide effect, of repelling, and monitoring the persistence of the active principles of the phytoinsecticides. The study consisted of three phases, one agronomic, that included the cultivation of the evaluated plants, on the second phase, the plants were submitted to the extraction of the active principles, through laboratory technics, and on the third phase, bioassays were developed in wich, three doses of each of the extracts where tested, one normal, used by the farmes, one double dose, and one sub-dose, with wich the substratum used were treated, over 10 individuals of the *Aphis craccivora* Koch species, by treatment. Lectures were made at 6, 12, 24 and 36 hours. The results obtained, indicate that the insecticide activity is greater when using a double dose, in the treatments Wild balsam apple, Lemon grass, and Citronela grass. The efficiency combined analysis, showed a greater lethality potential in the species Lemon grass, Worm seed and Wild balsam apple, in that order. Related to the repelling effect, the greater levels were achieved with the species Lemon grass, Wormseed, Wild balsam apple and Citronella grass, in all the doses evaluated. It was determined that the insecticide power, as well as, the repelling effect, is reduced after 24 hours, estimating that is because of the nature of the active substances present in the evaluated plants.

INTRODUCCION

Las referencias históricas existentes, indican que los grupos humanos primitivos dependían del medio en que vivían, y en ese momento de la evolución su nivel tecnológico era tan reducido que la adaptación a cualquier otro medio diferente al que habitaban, se hacía difícil a menos que enfrentara grandes riesgos, al encontrar barreras físicas y de otro tipo para su supervivencia

Los grupos humanos se diferenciaron en recolectores (frutos, raíces y semillas), en cazadores y pescadores, para obtener el complemento proteínico para su alimentación (Ondarza, 1997)

El nivel de emigración fue muy bajo, generalmente de zonas tropicales a templadas, de la zona costera a la alta montaña, dándose estas segregaciones de los grupos, para mejorar su calidad de vida, debido a la alta tasa de crecimiento poblacional y a la falta de alimentos

Posteriormente, la formación de poblaciones y comunidades crearon una mayor demanda de alimentos; el hombre se tornó sedentario y domesticó cultivos y animales para satisfacer sus necesidades primarias vitales, como abrigo, fuerza de trabajo (animales de tiro) y la diversificación de su dieta alimenticia

La utilización de plantas para el control de insectos data de épocas pre-cristianas, mencionándose que en la antigua Persia, se utilizaba el polvo de las flores secas del Piretro (*Tanacetum cinerariaefolium*), para el control de los piojos

El primer producto de origen vegetal utilizado para el control de plagas en los cultivos durante el siglo XVII, fue la Nicotina, producto extraído de la planta de tabaco (*Nicotiana tabacum*). En 1850, se descubrió la Rotenona, principio activo obtenido de plantas del género *Derris sp.*, que era utilizado por los indígenas para pescar, arrojando las raíces al agua, atrapando los peces que flotaban al poco tiempo de estar expuestos a esta sustancia.

Actualmente, sólo un mínimo porcentaje de las 250,000 especies de plantas, que se contabilizan a nivel mundial, se han evaluado para determinar su uso potencial como agentes controladores de plagas en cultivos y animales (Silva, G 2002)

AGRICULTURA MODERNA.

Nace la agricultura moderna, al desarrollar el hombre un grado más complejo de tecnología para obtener sus alimentos de origen vegetal.

A través del tiempo, el equilibrio natural de los ecosistemas, fue perturbado por la especialización de la producción de alimentos en regiones específicas, por la siembra extensiva de cultivos que generaron la aparición de plagas y enfermedades que afectaron la producción, iniciándose en ese mismo momento los primeros intentos para el desarrollo de estrategias para combatirlos.

Este proceso evolutivo del hombre, hasta llegar a la edad moderna, lo hizo desarrollar tecnologías en los diferentes campos de la ciencia, empleando la industria química para la fabricación de defensivos obtenidos artificialmente, para combatir las plagas y enfermedades de las plantas.

Posterior a la Segunda Guerra Mundial, el auge de la fabricación y utilización de defensivos químicos para la producción de alimentos fue mayor, alcanzando su clímax a partir de la segunda mitad del siglo XX, época en que predominó a nivel mundial la denominada "Revolución Verde", corriente que presentó la alternativa de incrementar los niveles de productividad de los cultivos alimenticios e industriales, a través de la utilización de insecticidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes químicos, además del mejoramiento genético de estos cultivos. A partir de esa época, efectivamente, se alcanzaron mayores rendimientos de los cultivos y se redujeron, aparentemente, los efectos nocivos de las plagas y las enfermedades, sin embargo, el costo de este beneficio, fue el origen del mayor problema que ha enfrentado la humanidad a lo largo de la historia, tal es la contaminación del medio ambiente, los recursos naturales y muchos de los alimentos que a diario consumimos, como consecuencia principalmente de la excesiva e indiscriminada utilización de productos químicos sintéticos para la producción de alimentos, a pesar de su alta toxicidad, y principalmente su elevada residualidad, amenazando la misma supervivencia del hombre en el planeta

Un aspecto a resaltar, es que la creciente utilización de productos químicos para el control de plagas en los cultivos y en los alimentos almacenados, no ha garantizado la eliminación de los daños, ya que se siguen incrementando, tanto las cantidades y tipos de productos utilizados, como los daños provocados por las plagas, generalmente por la resistencia generada en los insectos a muchos de los productos utilizados

Según reportes presentados por Hansen, 1987 (En Mérida, 1998) Centroamérica ha llegado a alcanzar la clasificación de la zona de mayor consumo de plaguicidas a nivel mundial, con un consumo anual per-capita de 2.1 kg

Cuadro No. 1. CONSUMO ANUAL PROMEDIO DE PLAGUICIDAS EN CENTROAMERICA. PERÍODO 1980-1989.

Pais	Importación (ton)	Porcentaje de importación	Kg. por persona	Kg por hectárea	Kg por Km ²
Belice	433	0.8	2.6	8.7	19
Costa Rica	9924	18.5	4.0	16.0	195
El Salvador	6300	11.7	1.2	7.9	301
Guatemala	9027	16.8	1.2	7.2	83
Honduras	10760	20.0	2.6	13.3	95
Nicaragua	9772	18.2	3.1	15.3	70
Panamá	7505	14.0	3.4	18.8	97
Centroamérica	53721		2.1	11.8	101

Fuente: Díaz Mérida, F., La Lamoth (Modificado de Wesseling G y Castillo, L 1992)

Como se puede observar, Panamá, comparada con Centroamérica, importó 7,505 ton, de plaguicidas en el periodo 1980-1989, que representan el 14% del total de las importaciones de Centroamérica, ocupando el quinto lugar en cantidad de plaguicidas importados, y el tercer lugar en el consumo de los mismos, siendo esta cifras **alarmantes**, tomando en cuenta la reducida superficie dedicada a las actividades de tipo agropecuario

Se estima que para el año 1998, Panamá importó unas 7000 toneladas de plaguicidas por año, con un costo alrededor de los 30 millones de dólares anuales. (Mérida y Lamoth, 1998).

En Panamá, aproximadamente el 33% del costo de producción en los diferentes cultivos comerciales, es dedicado a la compra de insumos en general, y el 27% de este porcentaje, corresponde a la compra de plaguicidas

El efecto de los altos índices de contaminación en los ecosistemas y alimentos provenientes de zonas que han estado expuestas por largos períodos de tiempo a la utilización de plaguicidas, afecta directamente al desarrollo económico de los países, ya que cuando tratan de incursionar en mercados externos, principalmente de los Estados Unidos y Europa, los productos procedentes de estas regiones, no cumplen con los requisitos mínimos de calidad toxicológica e inocuidad establecidos a nivel internacional, presentándose grandes pérdidas económicas de los productores que invierten en este tipo de rubros

En estudios realizados en 1994, se analizaron 229 muestras de 32 cultivos en seis provincias de Panamá, encontrando que 225 de las muestras contenían residuos de plaguicidas, y el 20% de estas presentaban niveles superiores a los permitidos internacionalmente; y algunas muestras presentaban residuos de DDT, Dieldrin y BHC, productos prohibidos, de los que no hay registros de importaciones recientes

Se estima que en la actualidad existen más de 1500 principios activos (p.a.) de plaguicidas, y más de 60,000 formulaciones comerciales (Murra, 1994, En Ménda y Lamothe, 1998)

Según cifras del Programa de la Naciones Unidas para la Alimentación (PNUMA), en los países en desarrollo se consumen aproximadamente el 45% de

todos los insecticidas producidos y aproximadamente el 10% de los fungicidas y herbicidas. Se estima que alrededor del 25% de la producción mundial de estas sustancias, son destinadas a países en vías de desarrollo, siendo los mayores consumidores Brasil (25%) y México (9%) (Mérida y Lamoth, 1998)

Otro hecho de importancia, es que una gran cantidad de plaguicidas que son comercializados en países en desarrollo, incluyendo a Centroamérica, han sido prohibidos en los países de procedencia por su alto riesgo de daño al medioambiente y a la salud

En Panamá, en el período comprendido entre los años 1987 a 1995, fueron registrados un total de 554 plaguicidas para su venta comercial

Con relación a los efectos de los plaguicidas sobre la salud humana, la Organización Mundial para la Salud (OMS), señala que se reportan a nivel mundial unos tres millones de casos de intoxicaciones, de los cuales aproximadamente un 7% de los casos, fallecen por efecto de algún plaguicida. Otro efecto que se reporta, es una astronómica cantidad de casos de intoxicaciones sub-agudas, con efectos crónicos de diferente sintomatología, además de una creciente cifra de casos de cáncer de distinta naturaleza que son asociados a los plaguicidas, sin poder establecerse con claridad la relación existente entre un producto específico y la aparición de la enfermedad

Las consecuencias que se desprenden de esta problemática, es que se deben presentar alternativas más sanas a corto plazo para mejorar la calidad de vida, tanto de los productores, como de los consumidores, condenados a vivir en un ambiente contaminado, por la excesiva e indiscriminada utilización de

químicos sintéticos, no biodegradables, y generalmente de alta toxicidad, en la producción de alimentos, además de la galopante contaminación industrial, que alcanza niveles extraordinariamente altos a nivel mundial, afectando inclusive, la capa de ozono, principal protección del planeta contra las radiaciones estelares.

AGRICULTURA ORGANICA:

Luego del movimiento de la Revolución Verde, se pensó que el uso de los insecticidas de origen vegetal desaparecería en su totalidad, sin embargo, la dimensión de los problemas de contaminación, los crecientes niveles de residuos tóxicos en los alimentos, y la aparición cada vez más frecuente de resistencia de los insectos a los productos químicos utilizados para su control, han permitido retomar el tema de la utilización de los insecticidas vegetales o fitoinsecticidas

A la par del crecimiento desmedido de la fabricación y utilización de productos químicos para uso en la agricultura, nació en Francia, un movimiento denominado Agricultura Orgánica, que dentro de su filosofía opta por la eliminación de los productos químicos sintéticos, incentivando la utilización de plantas y otros agentes biológicos y naturales, para el control de las plagas y enfermedades que atacan los cultivos y animales domesticados.

Entre las debilidades encontradas en Panamá con respecto a la información disponible sobre la utilización de los insecticidas elaborados con plantas o fitoinsecticidas, se pueden mencionar, 1) La poca disponibilidad de información científica, sistematizada, que se tiene sobre las propiedades de muchas plantas que forman parte de la flora local, que pueden ser utilizadas como agentes de

control de plagas, 2) En muchos casos, la escasa literatura sobre el tema, a nivel mundial, se basa en experiencias empíricas, que no presentan una descripción científica de las propiedades de las sustancias activas presentes en las plantas reportadas, ni ofrecen una información documentada con relación a las dosis empleadas, los cultivos a proteger, frecuencias de aplicación, etc , lo que deja a libre elección de los lectores, la utilización de las recomendaciones allí realizadas; 3) La información científica generada, esta dirigida en su mayoría al campo farmacológico

Por lo antes expuesto, toma entonces relevancia el desarrollo de información de carácter científico sobre algunas especies de plantas locales, su composición química y sus propiedades, para poner a disposición de los productores que incursionan en el sistema de producción orgánico, nuevas alternativas de control, familiarmente encontradas en sus fincas, o inclusive en los patios de las casas, para el manejo de las plagas que afectan por igual cultivos comerciales, plantas ornamentales, medicinales, etc , de manera segura para los usuarios y para el ambiente, por ser más selectivos y biodegradables

El objetivo general del presente estudio, es identificar las propiedades insecticidas de cinco especies de plantas que forman parte de la flora local, a través del desarrollo de una metodología que permita evaluar su actividad sobre el desempeño de las funciones vitales básicas de la especie *Aphis craccivora* Koch.

Se plantea de igual forma, obtener los siguientes productos. a) Desarrollar una metodología práctica para observar los efectos en el comportamiento de

Aphis craccivora Koch, hacia los fitopreparados, b) Conocer el efecto insecticida de los fitopreparados evaluados; c) Valorar el efecto de repelencia de los fitopreparados evaluados y d) Definir la persistencia de las sustancias activas presentes en los fitopreparados a través del tiempo

CAPITULO I

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

1.0. CARACTERISTICAS DE LA PLAGA

El insecto plaga estudiado en esta investigación, afecta una serie de cultivos de interés comercial, y otros tipos de plantas, provocando daños directos por la alimentación de grandes poblaciones de insectos, cuyas consecuencias son generalmente el debilitamiento y posterior muerte de la planta atacada.

1.1. CLASIFICACION DEL INSECTO:

Orden_____	Homóptera
Familia_____	Aphididae
Género_____	<i>Aphis</i>
Especie_____	<i>craccivora</i>

1.2. DISTRIBUCION DE LA PLAGA

Este es una plaga importante de las leguminosas en Asia, y se considera de importancia temporal, en este mismo tipo de cultivos, en algunas regiones del Continente Africano. Se considera cosmopolita, ya que existen reportes del mismo en el Continente Americano.

1.3. CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS Y CICLO DE VIDA

Aphis craccivora Koch, es un insecto chupador de tamaño mediano, generalmente es de color negro brillante, y su comportamiento puede variar según las condiciones de clima y suelo

Bajo condiciones favorables una generación puede tomar aproximadamente 13 días. Los adultos generalmente viven de 6 a 15 días, y cada insecto puede producir una descendencia de más de 100 individuos

Normalmente los áfidos se alimentan en el envés de las hojas nuevas, en los tejidos más nuevos en los tallos y de las vainas nuevas de frijol

Las ninfas son de un color negro o café oscuro, con apéndices de color café o amarillo.

En las poblaciones tropicales no existen las formas masculinas, y las poblaciones están compuestas por hembras aladas o ápteras. Las hembras aladas aparecen en la población, de preferencia cuando la población aumenta a un nivel superior al que pueden soportar las plantas.

Los áfidos secretan sustancias azucaradas a través de los cornículos, las cuales atraen a otros insectos, principalmente hormigas, además de promover el crecimiento de hongos superficiales sobre el follaje, conocido como Fumagina, que afecta la superficie fotosintética de las plantas afectadas

1.4. DAÑO

Todos los estadios del insecto se alimentan de la savia de las plantas, provocando la distorsión de la lámina foliar, el achaparramiento de las plantas y la defoliación y muerte prematura

El principal daño atribuido a esta plaga es la transmisión de enfermedades virales (Singh y Allen, 1979; Cardona et al, 1982)

1.5. MULTIPLICACION DEL INSECTO

Gran parte del éxito de la plaga estudiada se debe a sus características de multiplicación, la cual se lleva a cabo mediante un fenómeno llamado Partenogénesis, en que los individuos de diferentes familias y géneros, tienen la capacidad de originar su descendencia a partir de huevos no fecundados.

En esta condición reproductiva, la existencia de sólo hembras en una población, aumenta en un 50% la posibilidad de multiplicar el número de individuos, produciéndose explosiones demográficas, aplicando el insecto la estrategia, de que en presencia de condiciones favorables, los individuos aprovechan la abundancia del recurso hasta prácticamente consumirlo en su totalidad; al cambiar la condición favorable, se adopta nuevamente la reproducción biparental

Es conocido que la reproducción sexual presenta para los individuos de las diferentes especies, una serie de ventajas en el largo plazo, ya que esta condición facilita la incorporación de mutaciones benéficas dentro de una población y promueve la variabilidad genética por la recombinación de genes.

Por su parte, la partenogénesis como sistema reproductivo, disminuye de forma considerable la variabilidad genética, cuando se compara con la reproducción biparental. El ciclo partenogenético de los áfidos incluye varias generaciones de rápida multiplicación, vivíparas y generalmente con alternancia de huéspedes (heteróica).

La velocidad de multiplicación se ve afectada por el fenómeno de viviparidad, donde nace un individuo completo vivo, en el cual las células germinales se multiplican de forma acelerada por mitosis en los tubos foliculares hasta constituir un áfido joven, siendo lo más notable, que a la vez de la formación de este individuo, se comienza a formar otro nuevo ejemplar dentro del aún neonato. Sin embargo, la segunda generación se retarda hasta que el primer individuo llega a la adultez, que se presenta sólo unos días, después de su nacimiento

El fenómeno de reproducción en etapas juveniles se denomina pedogénesis, y se constituye en un mecanismo que acelera notablemente la velocidad de reproducción.(Toro, comunicación via e-mail)

De acuerdo a la determinación del sexo de los nuevos individuos procedentes de una reproducción partenogenética, se pueden diferenciar tres sistemas

- a) Arrhenotoquia (del griego arrenos=macho y tocos= parto), en la que los machos proceden de huevos no fecundados, con una condición haploide
- b) Telitoquia (del griego telis= hembra, y tocos= parto) En este sistema, los huevos no fertilizados se desarrollan en hembras, clasificando los áfidos dentro de esta categoría
- c) Deuterotoquia o Anfitoquia. En este sistema, los huevos no fertilizados pueden desarrollarse tanto en hembras como en machos (Toro, comunicación vía e-mail)

Con relación al comportamiento sexual de la multiplicación de los áfidos, se determinó que geográficamente, los 36° de latitud Norte, representan el límite para la reproducción sexual de los insectos, encontrándose al sur de esta latitud, solamente individuos partenogenéticos.

Esta información corrobora que por la posición del Istmo de Panamá, las poblaciones de áfidos sean partenogenéticas, explicando de esta forma las altas poblaciones que se observan atacando los cultivos susceptibles

1.6 ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS DEL INSECTO

En Panamá se han reportado a nivel nacional 138 especies de áfidos, afectando una serie de cultivos comerciales, plantas ornamentales y plantas silvestres

Entre las estrategias utilizadas por el insecto para su sobrevivencia, es posible resaltar las siguientes.

- a) **Capacidad de dispersión.** En los áfidos se ha descrito un polimorfismo amplio, siendo frecuentes al menos dos formas fundamentales de hembras adultas: ápteras y aladas. Las ápteras tienen tendencias sedentarias, orientando su energía hacia una rápida multiplicación, mientras que las aladas, permiten la dispersión.
- b) **La variabilidad de huéspedes alternos, o polifagia** es otra de las estrategias que le permiten el éxito a la plaga, ya que el rango de hospederos es amplio, así como su distribución.
- c) **Alta capacidad reproductiva:** La existencia de hembras aladas o ápteras provenientes de poblaciones partenogenéticas que producen individuos

genéticamente idénticos, relacionados con factores ambientales y a la densidad poblacional, asegura la multiplicación acelerada de la población inicial

- d) Polimorfismo funcional: permite a los insectos adaptarse a las condiciones de desarrollo, de acuerdo a la condición en que éstas se encuentren. En el caso particular, i) La existencia de hembras fundadoras que provienen de huevos invernantes, con ocurrencia en las zonas templadas, ii) Las hembras partenogénicas, que dan origen a otras hembras (ginoparas) y iii) hembras que producen individuos sexuados (sexúparas)

1.7. CONTROL DE LA PLAGA

1.7.1. CONTROL CULTURAL

Los parámetros biodemográficos, así como también las principales estadísticas vitales de un insecto plaga, estimados a partir de tablas de vida desarrolladas en laboratorio, constituyen una herramienta básica para elaborar estrategias de control.

La no preferencia (antixenosis), es un mecanismo de resistencia de las plantas que expresaría la capacidad del huésped, de no compatibilizar con el insecto, evitando que actúe como hospedera y sea utilizada para oviposición, alimento o refugio. Los factores de antixenosis alteran adversamente el comportamiento del insecto, provocando un movimiento hacia plantas hospederas alternativas.

Los áfidos seleccionan y prefieren determinados hospederos, debido a que tienen la capacidad de percibir y responder a estímulos externos detectados por

receptores visuales, táctiles, olfativos y gustativos. Las plantas hospederas imponen presiones selectivas sobre los áfidos, afectando sensiblemente su comportamiento y oportunidad de adaptación, determinada por la variabilidad genética intraespecífica.

1.7.2. CONTROL QUIMICO

Con relación al control de las plagas, incluyendo los áfidos, han sido grandes los esfuerzos realizados por el hombre para lograrlo, llegando en las últimas décadas a utilizar grandes cantidades de químicos sintéticos para su control en la agricultura, dando como consecuencia a través del tiempo, un comportamiento atípico de ciertos grupos de insectos, generando resistencia a los diferentes compuestos químicos utilizados para su control.

1.8. RESISTENCIA DE LOS INSECTOS A LOS QUIMICOS SINTETICOS Y PRODUCTOS BOTANICOS

Desde el punto de vista de generación de resistencia de los insectos a los productos de origen botánico, el riesgo de que se presente este fenómeno ante este tipo de sustancias es más reducido, aún con la utilización de los mismos productos, ya que generalmente éstos están formados por grupos de sustancias activas de diferente naturaleza química, que se encuentran en concentraciones distintas de acuerdo a la parte de la planta, época del año u otras condiciones ecológicas predominantes (Silva, G , 2002)

En Chile, se realizaron una serie de trabajos encaminados a investigar si el nivel de resistencia a los insecticidas se correlaciona con determinados

genotipos, para lo que se caracterizó la diversidad genética de *Myzus persicae nicotianae*, utilizando para ello marcadores microsatélites

En la metodología utilizada, se recolectaron 40 clones de áfidos que se caracterizaron de acuerdo a sus niveles de enzimas esterasas, que se conoce, otorgan resistencia frente a insecticidas órgano fosforados y carbamatos, y a la presencia de una mutación en una de las unidades del canal de sodio, que produce resistencia a insecticidas piretroides (Figueroa et al, 2002) En este mismo tema, en estudios realizados en los Estados Unidos se encontraron dos patrones isoenzimáticos de esterasas relacionadas con el comportamiento de poblaciones de pulgón verde ante la aplicación e insecticidas órgano fosforados.

El pulgón verde *Schizaphis graminum* Rondan, es una plaga de los cereales que ataca fuertemente en Sur América, y su control es realizado mediante el empleo de insecticidas órgano fosforados, pero a mediados de la década de los 70's se evidenció un notable aumento de los niveles de resistencia de los insectos, a este grupo de insecticidas

Este aspecto reviste gran importancia, ya que es esencial el conocimiento de los mecanismos de resistencia con que cuentan las poblaciones de la plaga existentes en determinada zona, lo que permite la definición de las estrategias para su manejo y control de manera exitosa, en este caso particular, la existencia de sustancias como las esterasas y las modificaciones morfológicas y fisiológicas facultativas de los insectos, puede permitirnos identificar el o los productos de origen natural que pudieran ser empleados en los programas de protección y manejo Integrado de los cultivos

2.0. CLASIFICACION BOTANICA DE LAS PLANTAS FITOINSECTICIDAS

Las plantas son seres vivos que basan su supervivencia en la optimización de los recursos que tiene a su disposición para su desarrollo. Los elementos nutritivos son transformados en los vegetales a través de la fotosíntesis, desarrollándose una serie de procesos fisiológicos con la intervención de complicados mecanismos de utilización y transformación de los elementos disponibles a la planta, dando como resultado la síntesis de compuestos esenciales que están presentes en todos los organismos vegetales, que son vitales para la supervivencia de las plantas, y de sustancias que son producto del metabolismo secundario, los cuales no son ni esenciales, ni están presentes en todas las especies de plantas, entre los que se encuentran aminoácidos no proteicos, esteroides, alcaloides, fenoles, flavonoides, glucósidos, terpenoides, y otras sustancias que generalmente son las que presentan alguna actividad biológica contra insectos y otros organismos, o alguna utilidad médica, existiendo una gran variación en las concentraciones de estas sustancias en las plantas, y en las partes de estas en que se encuentran localizadas (Silva, G., 2002)

La concentración y calidad de las sustancias provenientes del metabolismo secundario de las plantas, se ven afectadas directamente por las condiciones de desarrollo, su edad y condiciones climáticas prevalecientes al momento de su cosecha

Tanto en las plantas medicinales, como en aquellas que son utilizadas como tóxicas para diferentes usos, los principios activos están más concentrados en

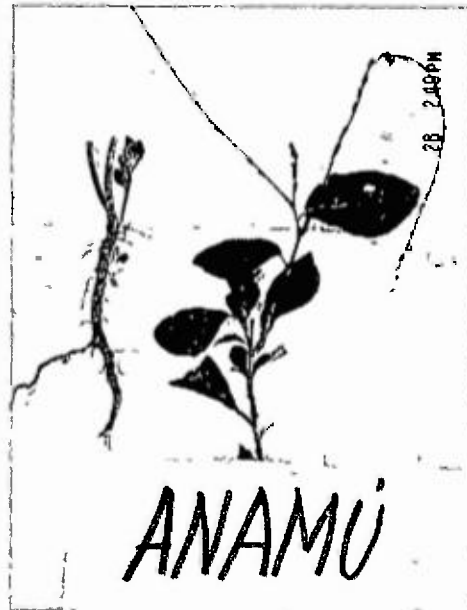
unos órganos que en otros, unas veces en las raíces, otras en las hojas o flores, o en la corteza, y es el farmacólogo el que debe indicar la metodología y el momento más adecuado en que se debe realizar la recolección de las partes a utilizar, y la manera de prepararlas y conservarlas (Roig, J.T , 1988)

Es conocido, que muchas de las propiedades que se le atribuyen a las distintas plantas que son utilizadas en la medicina tradicional y para otros usos, son exageradas, y otras veces imaginarias, por lo que se hace necesario el estudio de las mismas, utilizando metodologías que permitan, con un alto rigor científico, identificar las verdaderas propiedades que tienen las plantas reportadas

A continuación se presenta información detallada sobre la descripción botánica de las especies evaluadas en este estudio, en la cual aparecen algunas de sus características y propiedades.

2.1. ANAMÚ

Nombre científico *Petiveria alliacea* Lin. Familia : Fitolacaceae



Otros nombres vulgares:

Cuba.....	Namú
México.....	Hierba de las gallinitas, Zorrillo
Guatemala.....	Apasote de zorro
Nicaragua.....	Ipacina
Jamaica	Guinea hen weed
Venezuela.. ..	Mapurite
Argentina.. ..	Pipí
Panamá	Zorrillo, Anamú

HABITAT Y DISTRIBUCION

Esta planta se encuentra distribuida en Las Antillas, La Flonda, la América Tropical continental y el norte de México.(Roig, J T , 1988)

DESCRIPCION BOTANICA:

Es una hierba perenne, delgada, erecta, con olor penetrante y desagradable; el tallo puede ser pubescente o lampiño en la parte superior, ramificado, de unos 0.30 a 1 0 m de altura, con las ramas delgadas, largas, casi erectas o ascendentes.

Las hojas son alternas, membranosas, enteras, elípticas, oblongas, escasamente pubescentes o lampiñas, de tres a 12 cm de largo, y de 2.5 a cinco cm de ancho, agudas o acuminadas en el ápice y estrechadas en la base. Las hojas son cortamente pecioladas. Las flores son pequeñas, perfectas, ubicadas en delgadas espigas bracteadas de 10 a 40 cm de largo, puberulentas; flores verdosas, cortamente pediceladas. El cáliz es partido en cuatro partes, cónico en la base, sépalos estrechamente lineales, de aproximadamente 4 mm de largo extendidos en la flor, erectos en el fruto. Estambres en número de cuatro a ocho, con filamentos aleznados y anteras lineales, doblemente partidos en el ápice y en la base. El ovario es oblongo, aplanado, truncado, tomentoso, unilocular, con cinco cerdas deflexas cerca del ápice con un estilo muy corto o nulo y el estigma penicilado. El fruto es un aquenio lineal cuneiforme de unos 6 mm de largo, aplicado al eje de la espiga, aplanado, estriado, aquillado en ambos lados, doble lobado en el ápice y con una a seis cerdas reflejas, como de 2 mm de largo. La semilla es lineal.

USOS

Esta planta se utiliza en la medicina tradicional, ya que se le atribuyen una serie de propiedades medicinales. En algunos casos se usa como espasmódico, diurético y abortivo, principalmente la raíz, y el jugo de la planta fresca se utiliza para las afecciones cutáneas, y el cocimiento se utiliza en baños contra los herpes. Se utiliza contra las fiebres, lombrices y como flemagogo.

Se emplea en aplicaciones tópicas contra el reumatismo articular y la parálisis, empleándose también la raíz para el dolor de muelas. Se reporta según Roig, (1988), que la infusión de Anamú se emplea contra el histerismo y demás afecciones nerviosas.

ANÁLISIS QUÍMICO GENERAL DE ANAMU

Taninos	Catequicos y Galotánicos
Azúcares	Glucosa
Glucósidos	Contiene
Reacción Jerinsen	Positiva
Saponinas	Contiene
Reacción Vanvakas	Positiva
Alcaloides	Contiene
Carbonatos como CO ₂	Contiene
Azufre como SO ₄	Contiene
Calcio como CaCO ₃	Contiene
Cloruros como NaCl	Contiene
Flúor	Contiene

Fuente Roig, J.T., Plantas Medicinales, Aromáticas o Venenosas de Cuba 1988

Se indica también, que las vacas, cuando han ingendo Anamú en el campo, la leche toma el olor y sabor desagradable de la planta.

2.2. PAICO

Nombre científico: *Chenopodium ambrosioides* L. Familia: Quenopodiaceae

Sinónimo : *C. anthelminticum* L.



NOMBRES VULGARES:

Antillas.....	Pasote, Semen contra
USA.....	Wormseed
Antillas inglesas.....	West Indian goose foot
El Salvador.....	Epasote
Cuba.....	Apasote

HABITAT Y DISTRIBUCION

Según Roig (1988), esta planta esta ampliamente distribuida en las regiones templadas y tropicales del mundo.

DESCRIPCION BOTANICA

Es una hierba anual, lampiña o ligeramente glandular, pubescente, con un olor peculiar muy fuerte. Los tallos son de 0.60 a 1.0 m de altura, angulosos y asurcados, y las hojas son alternas, pecioladas, oblongas u oblongo-lanceoladas, estrechadas hacia el corto peciolo, repando-dentadas, onduladas, y las superiores enteras, de dos a nueve cm. de longitud, siendo las superiores más numerosas y pequeñas. Las flores son perfectas, sésiles, sin brácteas, de color verde, ubicadas en pequeñas espigas axilares densas, con el cáliz comúnmente partido en cinco, que envuelve completamente al fruto. Los estambres se encuentran en número de uno a cinco, con filamentos filiformes o delgados. Los estilos se encuentran en número de dos a tres, con un pericarpio fácilmente separable de las semillas (Roig, 1988)

USOS

Se le atribuyen propiedades como vermífugo, para lo que se usa en diferentes partes del mundo. El cocimiento de la planta se emplea para aplacar cólicos y dolores de estómago. Se reporta igualmente, que el jugo de la planta fresca, es efectiva en lavados para el control de las hemorroides.

Se reporta que esta planta puede causar serios envenenamientos al ganado cuando éste la consume, también que la planta, tomada en cantidad excesiva, puede producir envenenamientos más ó menos graves, siendo las semillas más riesgosas, en este sentido. Se informa también, que se utiliza tradicionalmente para ahuyentar las pulgas y las moscas, con solamente colocarlas en los lugares frecuentados por estos insectos (Roig, J T , 1988)

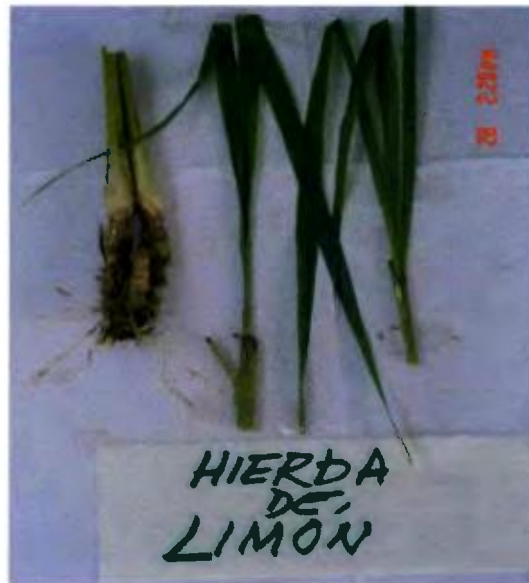
En cuanto a su comportamiento agronómico, esta planta puede producir unas 1000 lb. de semilla por acre, dando un rendimiento de aceite de unas 40 lb. como promedio, conteniendo la semilla entre un 1.5% a 2% de aceite.

En Cuba, también se consume el *Chenopodium album*, conocido como Apasote blanco, con las mismas propiedades que *C. ambrosioides*.

2.3. HIERBA DE LIMON

Cymbopogon citratus (DC) Stapf. Fam Gramineae.

Sinónimos de esta planta: *Andropogon citratus* DC., *A. Ceriferus* Hack.



En otras latitudes se le conoce con los siguientes nombres comunes:

Cuba..... Caña santa, Cañita de limón, Hierba de la calentura

Florida y Antillas Inglesas Lemon grass

Puerto Rico..... Limoncillo, Matojo de limón, Yerba de limón

Antillas Francesas..... Chiendent citronelle

Venezuela..... Malojillo

hojas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, utilizando la técnica de Cromatografía de gases (GC) y Cromatografía de gases y másas (GC-MS), siendo los de mayor presencia el geranial(33.7%), neral(26.5%), y mirceno(25.3%). Pequeñas cantidades de neomenthol(3.3%), acetato de linalyl(2.3%) y otros componentes fueron también identificados (Kasali, A , et al, 2001)

En otros análisis realizados con la misma técnica, de material procedente de Cuba, se identificaron 27 componentes, de los cuales el geranial (49.5%) y el neral(38.2 %), fueron los mayores constituyentes (Pino, J.A ,Rosado, A., 2000)

En material procedente de Zambia, el mismo tipo de análisis, mostró 16 componentes, de los cuales el geranial (39%), neral (29.4%) y el mirceno (18%), fueron los principales componentes, variando solamente las concentraciones de éstos en los materiales de diferente procedencia (Chisowa, et al, 1998). Estas cifras son un indicativo del efecto que tienen las condiciones ambientales y del suelo sobre los metabolitos contenidos en las plantas.

2.4. CITRONELA

Cymbopogon nardus (L.) Rendle Fam Gramineae.



Se le conoce como Citronela grass en los Estados Unidos

Esta planta es originaria de los trópicos del Viejo Mundo.

DESCRIPCION BOTANICA

Es una planta perenne, alcanza una altura superior a los dos metros, con panículas grandes, generalmente compuestas, con las espiguillas por pares. Algunas de las más bajas en cada espiga acuminadas en un pedúnculo común, espiguillas sin aristas

En vista que la planta no produce semillas viables, su multiplicación se hace a través de la siembra de hijos, macollas, o fragmentos de rizomas, sembrándose generalmente a una distancia de un metro entre plantas y uno entre hileras.

El rendimiento de aceites esenciales de esta especie, esta entre 1.1 y 2.6%, dependiendo de las condiciones en que se encuentra el material a ser

procesado, observándose que los mayores rendimientos de aceites se obtienen cuando la planta a procesar tiene entre un 60 y un 70% de humedad

Luego de las cosechas se ha observado un crecimiento de la planta de alrededor de 12 mm por día

En Cuba, se reporta el ataque del Barrenador de la caña, atacando las plantas de Citronela, provocando un amarillamiento y posterior muerte de la planta.(Roig, 1988)

USOS

Las partes de la planta que son utilizadas son las hojas y las raíces

Del aceite esencial de esta planta se obtiene el Citral, y este aceite es utilizado ampliamente para ahuyentar a los mosquitos, además de ser utilizado como aromatizante de productos de limpieza

Algunas de las propiedades químicas y físicas de las sustancias contenidas en ésta, además del rango de contenido de algunas de las sustancias activas presentes, se presentan a continuación:

Descripción	Valor
Índice de refracción	1.480 rD
Índice de rotación	0° 3' rD - 3° 4'
Índice de acidez	0.8 - 2 mg
Índice de saponificación	2 - 5 mg
Aldehídos expresados en Citronelal	40%
Densidad	0.902

Fuente: Roig, J. T., Plantas Medicinales, Aromáticas o Venenosas de Cuba, 1988

2.5. BALSAMINO

Momordica charantia L. Fam. Cucurbitaceae



Se le conoce con los siguientes nombres comunes:

Cuba, Rep. Dominicana, Venezuela.....	Cundeamor
Puerto Rico	Cundeamore
Estados Unidos..	Wild balsam apple
Brasil	Melao de San Caetano
Antigua	Maiden blush
Costa Rica y Guatemala...	Sorosi
Dominica	Kokouli .
Guadalupe y Martinica.... .	Pomme couli
Haití...	Asorosi
Honduras	Calaica

HABITAT Y DISTRIBUCION

Esta es una planta trepadora silvestre, muy común en todo campo cultivado y en las cercas. Se encuentra distribuida en Las Antillas, en América Tropical Continental y en las áreas tropicales del Viejo Mundo.

DESCRIPCION BOTANICA

Es una enredadera herbácea, con tallos más ó menos pubescentes de uno a ocho metros de longitud, con zarcillos simples, filiformes, opuestos a las hojas. Las hojas son delgadas, de contorno reniforme o suborbicular, de cuatro a dos cm de ancho, cinco a siete lobadas, lampiñas o pubescentes. Tiene flores amarillas unisexuales, solitarias o agrupadas. Flores estaminadas con un cáliz cinco lobado y sépalos ovales o aovados de tres a 4.5 mm de largo, la corola es curvada 5-partida, con segmentos obtusos y emarginados de 1.5 a 2 cm de longitud, amarillos, con tres estambres por lo general, con filamentos libres, cortos, insertos en la boca del cáliz, los sacos anteríferos flexuosos. Las flores femeninas, tienen un ovario unilocular con tres placentas, con numerosos óvulos, horizontales, con el estilo delgado y con tres estigmas. El fruto es de color amarillo, tuberculado, de dos a 12 cm de largo, de ovoide a cilíndrico, 3-valvo e indehiscente. Las semillas son planas, cubiertas por un arilo de color rojo, con un tamaño de 1.2 a 1.6 cm (Roig, 1988).

USOS

Esta planta es ampliamente utilizada como medicinal, empleándose para estos fines las hojas, los frutos y las semillas. Se utiliza en la medicina popular como aperitivo, estomacal, vermífida y enemagogo, así como para combatir las

enfermedades del hígado y la colitis. Esta planta es utilizada en el tratamiento de la diabetes, la hipertensión arterial y los trastornos biliares.

Entre los principios activos reportados en esta planta, se encuentran la Charantina, Luteolina, y la Momordicina, estos reportados en el fruto. Entre los principios activos reportados en la hoja, se cuentan saponinas, momordicina, habiéndose encontrado en investigaciones realizadas en la India, rastros de insulina (Sosa Gómez, R, 1998)

3.0. PROPIEDADES DE LOS INSECTICIDAS VEGETALES O FITOINSECTICIDAS

Una gran cantidad de las plantas utilizadas como insecticidas, inhiben el normal desarrollo de los insectos, identificándose este fenómeno como efecto autocida.

Los principales efectos en los insectos, que producen las sustancias utilizadas como insecticidas, son a) Reguladores de crecimiento, afectando directamente la metamorfosis de los insectos, inhibiéndola, o haciéndola más precoz, provocando malformaciones en los individuos afectados, b) Inhibidores de la alimentación, que provocan que el insecto se deje de alimentar y muera por inanición; c) Repelentes, este grupo de compuestos presenta propiedades olfativas y químicas, principalmente, que provocan el alejamiento de los insectos de los lugares o plantas que los contienen; d) Confusión, provocando este grupo de productos, reacciones de atracción de los insectos, lo que presenta las posibilidades de ser utilizadas ampliamente en programas de Manejo Integrado

de Plagas, en trampas o en aplicaciones en cultivos trampas para desviar la atención de los insectos, del cultivo a proteger

Después de muchos estudios, se determinó que los compuestos pertenecientes al grupo de los terpenos, ejercen una actividad como inhibidores de la alimentación.(Silva, G, et al.,2002)

Por otro lado, existen en los vegetales una serie de sustancias químicas, las cuales imparten características de resistencia de las plantas que las poseen a ciertos grupos de insectos, tomando importancia entonces la utilización del mejoramiento genético para ser integrados en los programas de Manejo Integrado de Plagas.

El más destacado de estos grupos de sustancias lo constituyen los isoprenoides, al cual pertenecen todos los terpenos, desde los hemiterpenos, hasta los politerpenos, además de otras sustancias conocidas como alomonas, las cuales igualmente han sido localizadas en grupos de monoterpenos, sesquiterpenos, trpertenoides, saponinas y esteroides. Los monoterpenos, son sustancias que se encuentran en los aceites vegetales, mencionándose entre otros el α -pineno, 3-careno, gossipol y la cucurbitacina, y de estas sustancias se han estudiado los efectos sobre los insectos en las áreas de alteraciones de conducta, fisiología sensorial, endocrinología y metabolismo

Se reportan algunas plantas que poseen estas sustancias como la *Pteridium aquilinum*, *Acchyranthes sp* y *Abies balsamea*, que ocasionan efectos a los

insectos en cuanto a la alteración de las tasas de desarrollo, los procesos metamórficos, la fecundidad y longevidad de estos.

El piretro se obtiene de la planta *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Visiani), los principios activos de este insecticida son seis sustancias del grupo de los ésteres, a saber las piretrinas I y II, y las cineranas I y II, formándose estos de los alcoholes piretrolon y cinerolon, jasmolona y del ácido monocarboxílico y del éster monometil ácido bicarboxílico. Estos compuestos atacan el sistema nervioso central y periférico de los insectos, provocando convulsiones. La característica más importante de estos productos es efecto de "knock down", además de poseer un alto poder irritante, que hace que el insecto apenas entra en contacto con la sustancia, deja de alimentarse. Se reporta una toxicidad de los productos derivados del piretro, que va en el orden del $LD_{50} > 2600$ mg/kg. (Silva, G. 2002)

Según observaciones realizadas por algunos investigadores, la piretrina I y la cinerina I, parecen ser más tóxicas que la piretrina II y la cinerina II. El efecto insecticida se presenta cuando penetran el sistema nervioso del insecto, interfiriendo con los iones de potasio (K) y sodio (Na), haciendo perder a los insectos la capacidad de movilidad y vuelo. El efecto que se le atribuye a los ingredientes activos contenidos en el piretro, es de insecticida-acaricida, repelencia y fagodisuasión. Entre las plagas que controlan estos productos se reportan los áfidos en general, chinches del género *Lygus spp*, la polilla del repollo *Plutella xilostella*, Trips y ácaros. (Duran, J.. 2002)

Extractos y polvos de diversas partes de 78 especies de plantas tropicales, principalmente de Venezuela, Colombia, las Guyanas y Puerto Rico, fueron evaluados para su toxicidad en adultos de mosca común, larvas del mosquito (*Culex sp*), y otras 13 especies de insectos, masticadores

Todas las partes de *Mammea americana*, *Cnidoscolus urens*(II), *Gliricidia sepium*, *Hura crepitans* y *Piscidia piscipula*(I), mostraron toxicidad para algunos de los insectos evaluados, y tienen un valor comercial potencial. Otras 30 plantas entre las que se encuentran las especies *Chenopodium ambrosioides* y *Petiveria alliacea*, mostraron una menor toxicidad contra los insectos evaluados.

En base a estas pruebas, las especies evaluadas se clasificaron en tres categorías, en la categoría I, se incluyeron las especies que provocaron la muerte de más del 50% de los individuos de cuatro especies de insectos. En la categoría II, las que fueron igualmente efectivas, pero afectaron solamente a dos especies de insectos, y en la categoría III, se incluyeron las especies cuyas raíces provocaron la muerte de más del 75% de los individuos. (Tyagi B.K; et al, 1998)

En trabajos desarrollados para determinar el comportamiento de *C. aegopodii* frente a la acción repelente del aceite esencial extraído de hojas de *Laurus nobilis* L., mediante pulverización directa sobre plantas de *Apium graveolens*, con soluciones acuosas del aceite esencial de laurel al 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 %, usando como emulsionante oleato de propilenglicol al 2%, se obtuvieron resultados que indicaron diferencias significativas en repelencia entre las

distintas concentraciones evaluadas. El máximo de repelencia fue 85%, utilizando el 1% de aceite esencial de laurel, concluyéndose que el comportamiento alimenticio de *C. aegopodii* se ve afectado por la utilización de *L. nobilis*.

En la misma línea de acción se desarrollaron trabajos para evaluar el efecto repelente del cineol, extraído de hojas de *Eucalyptus globulus* Labill, formulado en solución acuosa con 2% de oleato de propilénglicol (INSOL) como emulsionante a concentraciones de 0.5, 1.5 y 2.5 %, con cinco repeticiones y dos testigos, uno con agua y otro con agua y emulsionante, sobre *Myzus persicae* y *Brevicoryne brassicae* en el cultivo de repollo. En *M. persicae* existieron diferencias en las concentraciones empleadas con un máximo de repelencia del 96% con un 2.5% de cineol, mientras que para *B. Brassicae*, si bien las concentraciones se diferenciaron de los testigos, no existieron diferencias significativas entre ellas, logrando un 98% de repelencia con 1.5% de cineol. Los resultados obtenidos muestran que el aceite esencial evaluado podría ser utilizado como una herramienta alternativa en el Manejo Integrado de áfidos-plaga del cultivo de repollo.

Los insecticidas de origen vegetal provenientes de la especie *Momordica charantia*, los cuales no son tóxicos para los humanos (no hay registro de datos), contiene Tripteno glicosídicos I(R1-R3 = H, glycosyl). Hasta ahora, la Momordicina II, fue aislada de las hojas de Balsamino (*Momordica charantia*), e inhibe el 99.8% la oviposición de *Liriomyza trifolii* (Shinichi, T ; et al. 2003)

Un estudio realizado incorporando hojas frescas de *M. charantia*, a concentraciones de 0.02, 0.1 y 0.5% en dietas artificiales, mostró un significativo efecto antialimenticio sobre *Pseudaletia separata* y *Spodoptera litura*, solamente a la mayor concentración evaluada (0.5%) La diferencia en la respuesta de alimentación de estas dos especies de larvas a la Momordicina II, puede estar relacionada con la diversidad del rango de sus hospederos.

Las dos fracciones más activas obtenidas del extracto de hojas de *M. Charantia* por cromatografía de Sílica gel y purificadas por el método HPLC, mostraron un contenido de aproximadamente un 0.3% de Momordicina II, un tripteno mono-glucósido, que fue identificado como un compuesto antialimenticio de la más activa de estas fracciones La segunda fracción activa condujo al aislamiento de un nuevo tripteno di-glucósido (Yasui, H 2002)

El Balsamino, *M. charantia* sirve de hospedera a larvas de la polilla, *Diaphania indica*, no así para las larvas de *Pseudaletia separata*

En otros estudios, se evaluó un nuevo inhibidor de proteínasa, con actividad multi-inhibidora, aislado del Balsamino (*M. charantia*), con relación a sus efectos sobre el crecimiento de larvas de *Spodoptera exigua*, fue observada una significativa reducción en la ganancia de peso en las larvas expuestas a la sustancia, contra el testigo sin el inhibidor

Este Nuevo tipo de inhibidor de proteínasa, puede representar una alternativa promisorio para su aplicación a plantas transgénicas, con resistencia a insectos (Inanaga, H ; et al, 2001)

En estudios sobre las propiedades antialimenticias e insecticidas de la

emulsión de aceite de las semillas de Balsamino (*Momordica charantia*), contra las larvas de la Mosca de la mostaza *A. próxima*, se encontró que la aspersion de emulsión de aceite de las semillas al 2%, resultó en un 100% de mortalidad de las larvas, 48 horas después de la aspersion, bajo condiciones de campo y en laboratorio. La aspersion de la emulsión al 1% y 0.5%, también resultó en significativa mortalidad de las larvas, lo cual se atribuye a las propiedades antialimenticias e insecticidas del Balsamino (Kumar, A.; et al, 1979)

Se realizó la identificación de diferentes constituyentes de *Artemisia monosperma* Del., *A. judica* L., *A. herba Alba*, *Achillea fragrantissima* (Forsk)Sch.Bip., *Tanacetum santolinoides* (D.C)Feinbr&Fertig, *Cymbopogon citratus* Stapf. y *C. nardus* Rendle, *Ocimum basilicum* L. and *O. canum*, usando análisis de GC y GC/MS

Posteriormente se evaluó, la actividad larvicida contra el mosquito *Culex pipiens*, y el gusano de la hoja del algodón *Spodoptera littoralis* (Biosd); y la actividad insecticida contra mosca común *Musca domestica* L. Los resultados obtenidos de esta evaluación, mostraron que el aceite de *Tanacetum santolinoides* fue el más potente contra todas las especies evaluadas, seguido de *Artemisa monosperma*, contra las larvas de mosquito *Culex pipien*; *Ocimum basilicum*, contra el gusano de la hoja del algodón *Spodoptera littoralis* (Biosd), larvas e insectos de la mosca común *Musca domestica* L. El resto de las plantas evaluadas no mostraron una actividad muy fuerte contra las plagas sometidas a estudio (Hifnawy, M ; et al. 2001).

3.1. IMPORTANCIA DE LOS INSECTICIDAS BOTANICOS EN EL CONTROL DE PLAGAS DE ALMACEN, DE INTERÉS VETERINARIO Y MEDICO

La actividad insecticida de aceites esenciales extraídos por arrastre de vapor de 6 plantas aromáticas de Togo *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng., *C. citratus* (D.C) Stapf, *C. nardus* (L.) Rendle, *Lippia multiflora* Moldemke, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Diplolophium africanum* Turcz, fueron probados contra el gorgojo del Caupi, *Callosobruchus maculatus* F. Fueron evaluadas concentraciones de 6.7, 10.0, 16.7, y 33.3 ml/l. Solo el aceite de *C. schoenanthus* mostró actividad insecticida significativa a concentraciones de 6.7 ml/l. A concentraciones mayores de 33.3 ml/l, todas las plantas evaluadas mostraron similar actividad insecticida; más del 90% de los insectos evaluados, murieron a las 24 horas de la exposición. La oviposición fue también reducida significativamente por los tratamientos de aceites esenciales. (Ketoh, G K., et al, 2000)

Se evaluó la efectividad de los aceites volátiles de *Lippia adoensis* Hochst, *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, *Eugenia uniflora* L., *Lantana camara* L., y *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson, en un rango de dosis de 5 a 50 mg, para proteger 9.9 gr (50 semillas) almacenadas de frijol vigna, de la infestación del gorgojo del caupi *Callosobruchus maculatus* F. La efectividad de los aceites de *L. adoensis*, *C. citratus* y *E. uniflora*, con acción fumigante, fue mayor en estas especies que en resto de los materiales evaluados. (Gbolade, A y Adebayo, T., 1993)

En pruebas realizadas para cuantificar el nivel de rendimiento de aceites

esenciales volátiles de Hierba de limón *Cymbopogon citratus* y Citronela *Cymbopogon nardus*, por el método de arrastre de vapor, se registraron rendimientos de 0.39% y 0.68%, respectivamente cuando la extracción se realizó utilizando hojas frescas, obteniéndose rendimientos mayores al utilizar hojas secas con 0.52% y 1.20% respectivamente. Los tallos y raíces dieron muy poca cantidad de aceite

El aceite obtenido fue sometido a evaluación de su actividad acaricida en ninfas y hembras preñadas de Garrapata (*Boophilus microplus*) por el método de inmersión. El aceite de material fresco de hierba de limón, mostró una alta actividad larvicida (1-2 horas después de la inmersión), a concentración de 1:8, 1:12, y 1:16 (aceite /etanol V/V), mientras que el aceite de hojas frescas de Citronela, exhibió alta actividad a concentraciones de 1:8 y 1:12 V/V

Sobre las garrapatas hembras preñadas, ambos aceites esenciales mostraron una alta actividad acaricida 5 días después de la inmersión a concentraciones de 1:2, 1:3 y 1:4 (aceite /etanol, V/V), para hierba de limón y de 1:2 y 1:3, con el aceite de citronela

Otro ensayo realizado in-vivo, con una dilución de los aceites en etanol a concentración de 1:3 (V/V), fue asperjado en las garrapatas sobre el ganado, dando como resultado que los estadios de pre-preñez de las garrapatas, colapsaron y murieron sobre la piel de los animales, mientras las hembras preñada colectadas, no se vieron afectadas ni murieron después de 5 días de la aplicación. Estos resultados indican que los aceites esenciales tanto la Hierba de limón como la Citronela, pueden ser utilizados para controlar garrapatas en el

ganado. El aceite de hojas secas de ambas plantas, mostró un débil efecto acaricida en ninfas y hembras adultas preñadas, indicando la posibilidad de la pérdida de algunos componentes importantes durante el proceso de secado de las plantas. (Chungsamarnyart, N , Jiwajinda, S., 1992)

Otros estudios realizados utilizando otras especies vegetales para el control de garrapatas en el ganado, reportan sobre el potencial insecticida y acaricida del Dibenzyltrisulfide (DBTS), aislado de las raíces de *Petiveria alliacea* L usando cromatografía de capa fina. El valor de LD 50 a las 96 horas (mg/garrapata) obtenido para adultos de *Boophilus microplus* (Canestrini), tópicamente tratados con DBTS, fue de 0.920 mg/garrapata. Los valores de LD 50 obtenidos para tres acaricidas comerciales dimetoato, lindano y carbaril, fueron de 4.6, 9.3 y 6.9 mg/garrapata, respectivamente (Johnson, L ; et al 1997)

Los aceites esenciales de 4 especies y 2 variedades híbridas del género *Cymbopogon*, fueron evaluados por sus propiedades de repelencia contra los principales mosquitos vectores de enfermedades (*Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus*, y *Aedes aegypti*). La magnitud de repelencia de los aceites esenciales de *Cymbopogon* fue de orden de moderada a alta. Los aceites esenciales de todas las especies evaluadas protegieron completamente contra las picaduras de mosquito por las primeras 4 horas, sin embargo *Cymbopogon nardus*, proporcionó protección de 8 a 10 horas. El aceite esencial de *C. martinii*, protegió de todas las especies de mosquito hasta los 6 pies de distancia (Tyagi, B K ; et al, 1998)

En el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), se realizaron algunos trabajos para identificar las propiedades insecticidas y repelentes de un grupo de plantas nativas de Costa Rica, en las que se incluyó el paico (*Chenopodium ambrosioides* L), cuyo extracto presentó valores altos de repelencia de *Bemisia tabaci* L, a través del tiempo durante las primeras 24 horas después de la aplicación del extracto crudo

La hierba de limón *Cymbopogon citratus*, mostró una mayor actividad de repelencia a las 24 horas después de la aplicación de los extractos, superando este efecto ejercido a las 2 y 4 horas de la aplicación. En el mismo experimento, la Hierba de limón (*Cymbopogon citratus*), presentó un efecto insecticida al mostrar uno de los valores más altos de mortalidad de adultos después de realizado el experimento a las 48 horas, superando al Balsamino (*Momordica charantia*) y el Paico (*Chenopodium ambrosioides* L), los que además de presentar un mayor número de individuos vivos al final del experimento, permitieron en un grado alto la oviposición del insecto, no así la Hierba de limón (Gómez, P ; et al, 1997)

El efecto insecticida sobre *B. tabaci*, puede ser ejercido por las sustancias que tienen las plantas evaluadas, en el caso particular de la Hierba de limón, esta planta muestra la presencia de alcanos, fenilpropanoides, flavonoides, monoterpenos, sesquiterpenos y tripterpenos, y el Paico con la producción de fenilpropanoides, flavonoides y monoterpenos, teniendo ambas especies compuestos activos comunes en su composición.

Según Cox, 1980, en la Hierba de limón y en la Ruda, hay sustancias que repelen a la pulga *Ctenocephalidis canis*; y en el Paico, además, Heal, et al(1950), y Sievers (1949),(En Gómez, P., et al 1997), indican que hay sustancias que matan a la cucaracha *Periplaneta americana* y a las larvas del mosquito *Aedes aegyptii*

Entre otros aspectos importantes se mencionan las sustancias semioquímicas, las cuales se considera que intervienen en la comunicación química entre organismos. Las sustancias semioquímicas que intervienen en interacciones entre individuos de una misma especie se conocen como feromonas, denominándose como aleloquímicas las sustancias que intervienen activamente en la comunicación entre especies diferentes.

En el Manejo Integrado de Plagas (MIP), son importantes el grupo de las alomonas, que son sustancias producidas o adquiridas por un organismo, que en un contexto natural y en contacto con un individuo de otra especie, produce en el receptor una reacción fisiológica de comportamiento, favorable al emisor.

La utilización de las sustancias semioquímicas en el Manejo Integrado de Plagas es variado, ya que las alternativas de utilización se abren desde el momento de que una sustancia actúa como repelente en algunas especies de insectos y como atrayentes para otras, tal es el caso del grupo de las cucurbitacinas, el grupo de los terpenoides, que atraen alrededor de 41 especies

de *Diabrotica spp*, mientras que otras especies las evitan por su toxicidad, (Metcalf y Metcalf, En Mareggianni, G. 2001)

A continuación se presenta un listado de sustancias pertenecientes a los grupos mencionados, las cuales ejercen actividad específica sobre algunas plagas

Se reportan otras sustancias como la solanina, tomatina y la demisina, que se contienen en plantas de la familia de las solanáceas, las cuales ejercen efectos sobre algunos grupos de insectos, encaminados a la disuasión de la alimentación en larvas y adultos, así como la inhibición en la tasa de crecimiento de las larvas.

4. CONTROL DE LA PLAGA

La presencia de sustancias semioquímicas, tanto en las plantas, que son utilizadas en los programas de control de plagas en producción orgánica, como en los mismos hospederos, es importante ya que permite la formulación de las estrategias de control basadas en los efectos fisiológicos y químicos, para alterar el comportamiento de las plagas.

Cuadro N° 2. DESCRIPCION DEL EFECTO DE COMPUESTOS ISOPRENOIDES Y DERIVADOS DEL ACIDO SHIQUIMICO Y ACETATO, SOBRE DIFERENTES INSECTOS

Compuesto químico	Planta utilizada	Insecto/ácaro afectado	Efecto ejercido
α -pineno	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Blastophagus piniperda</i>	Repelente
3-careno	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Blastophagus piniperda</i>	Repelente
α -pineno	<i>P. taeda</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	Atrayente
3-careno	<i>P. taeda</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	Atrayente
α -pineno	<i>P. ponderosa</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	Atrayente
3-careno	<i>P. ponderosa</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	Atrayente
Gossipol	<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Heliothis sp</i>	Disuasivo
Gossipol	<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Epicauta sp</i>	Disuasivo de alimento
Gossipol	<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Anthonomus grandis</i>	Estimula la alimentación
Cucurbitacina	Cucurbitaceae	<i>Tetranychus urticae</i>	Disuasivo de alimentación
Cucurbitacina	Cucurbitaceae	<i>Acalymma spp</i>	Interruptor, excitante de alimentación
Cucurbitacina	Cucurbitaceae	<i>Diabrotica spp</i>	Interruptor, excitante de alimentación
Quercitina	<i>Gossypium spp</i>	<i>Anthonomus grandis</i>	Estimulante de alimentación
Quercitina	<i>Gossypium spp.</i>	<i>A. grandis</i>	Estimula desarrollo larvario
Quercitina	<i>Quercus macrocarpa</i>	<i>Scolytus multistriatus</i>	Inhibe alimentación
α -conidendrina	<i>Ulmus spp</i>	<i>Scolytus multistriatus</i>	Estimulante de alimentación
Morina	<i>Quercus macrocarpa</i>	<i>Bómbix mori</i>	Inhibidor del crecimiento
Sinigrina	Familia cruciferae	<i>Mizus persicae</i>	Disuasión de alimentación

Fuente F Maxwell y P R Jennings Mejoramiento de plantas resistentes a insectos (En López Torres, M, Resistencia de las plantas Edit Trillas, 1995)

Otro de los aspectos de gran importancia es el conocimiento del comportamiento de la plaga en relación a la capacidad de proveerse de alimentos, conociéndose que la búsqueda y selección del alimento por parte de insectos fitófagos pasa por dos niveles de exploración: 1) una de tipo mecánica o física y 2) de tipo químico, esta última, que involucra el reconocimiento de sustancias secundarias de la planta a través de olfato ó del gusto, es de gran relevancia para los áfidos y ha sido largamente demostrada en diversos estudios. (Tapia, D.H.; et al 2002)

En los áfidos, la selección de una planta como hospedera se puede dividir en cuatro etapas, las cuales están ligadas al polimorfismo de estos insectos. Las mencionadas etapas son: a) atracción y asentamiento sobre la planta, generalmente por individuos morfo-alados; b) evaluación de los tejidos superficiales y subepidérmicos, c) exploración en búsqueda de los tejidos nutricionales, y d) evaluación del floema. De esta forma, la localización de plantas hospederas por áfidos, es mediada por un conjunto de estímulos visuales, olfatorios y gustativos

La utilización de metabolitos secundarios de las plantas con efecto repelente constituye una herramienta alternativa que se incorpora en el Manejo Integrado de áfidos vectores de virus, con el fin de minimizar, tanto los daños directos como indirectos

Para iniciar programas de control de plagas, es de primordial importancia determinar los niveles poblacionales de la plaga, de forma que los controles que se planteen, de ninguna manera resulten onerosos, sino por el contrario, permitan maximizar los beneficios de esta actividad

Para esto, es importante la determinación de los umbrales económicos para cada plaga, lo que se define como el nivel de población de la plaga que causa daño suficiente, para justificar el costo de la adopción de medidas de control. Cuando se actúa por debajo de este umbral, el costo del control excede el valor de la parte de la cosecha protegida., lo que produce una pérdida económica

El umbral económico varía de acuerdo al tiempo y el espacio, a través del desarrollo del cultivo, teniendo gran importancia, el clima, las prácticas agrícolas desarrolladas y las condiciones del mercado para el producto final.

Las variaciones en los agro ecosistemas, las provocan sobre todo la naturaleza del cultivo y el medio ambiente en que se desarrolla. Estos sistemas son artificiales pero de naturaleza estable; una de las causas de la artificialidad es la homogeneidad del cultivo, la regularidad y la uniformidad de los métodos de cultivo, que dan pie a la estabilidad del sistema.

En el control de las plagas, se debe dar mayor importancia al comportamiento de la especie a nivel de población. Las poblaciones de las plagas se componen de grupos de individuos de una misma especie, en una o más etapas fisiológicas, que ocupan un determinado hábitat y desarrollan un comportamiento grupal

Las principales características de la población, como la densidad, la tasa de crecimiento, la mortalidad, la distribución de edades, el potencial biológico y el crecimiento, son atributos biológicos de la población en su conjunto, y son significativos, porque las etapas de vida de la población, huevo, larva ó ninfa y adulto, son interdependientes y tienen una relación recíproca, con una organización y estructura definida, permitiendo realizar inferencias estadísticas sobre su comportamiento

Esta información permite que el control de una plaga, debe concretarse al control de la población total y no solamente en el estadio que provoca los daños, ya que los demás estadios del insecto son interdependientes entre sí, y no pueden sobrevivir de manera individual (Anónimo, 1978).

Es importante considerar para el estudio de las plagas los factores que intervienen en su desarrollo, multiplicación y daño, sobresaliendo con mayor importancia los factores bióticos y abióticos, la migración de las poblaciones, el vigor de los individuos, la fecundidad de la especie, la conducta de los individuos y de la población del insecto, la competencia, la cual esta estrechamente ligada a la densidad poblacional, y a los factores genéticos

Cada factor en particular tiene un impacto en el comportamiento y desarrollo de la población de una plaga, observándose mayor incidencia de unos factores que de otros.

CAPITULO II

ASPECTOS METODOLOGICOS

1. TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó con la finalidad de contribuir a la sistematización de la información, sobre los usos de la flora autóctona, tomando en cuenta que a lo largo de la geografía nacional se encuentra una gran cantidad de especies vegetales que tienen potencial para ser utilizadas por el hombre en distintos campos del desarrollo humano, y solamente una pequeña parte de esta diversidad es utilizada, muchas veces de manera empírica, sin bases científicas que nos permitan recoger de manera fidedigna el verdadero potencial de estas especies

En el campo de la agricultura, con el advenimiento del movimiento conservacionista de los recursos naturales en el ámbito mundial, ha tomado gran relevancia la agricultura orgánica, sistema este en el que se propugna la eliminación del uso de productos químicos de síntesis, para el control de los diferentes problemas de plagas y enfermedades, y de los fertilizantes químicos, y son sustituidos por productos de origen natural o biológico, los cuales son utilizados, algunos como fertilizantes, otros como insecticidas y fungicidas, según sea el caso; sin embargo, es poca la información científica con que se cuenta sobre los distintos elementos utilizados, haciéndose referencia a usos bastante generales, que limitan en todo caso la propia utilización de estas herramientas

El estudio realizado constó de tres fases. 1) La primera fase agronómica, en la que se desarrollaron las actividades necesarias para el cultivo y cosecha de las plantas sometidas a evaluación, sembrando sendas parcelas de las especies Hierba de limón (*Cymbopogon citratus*), Citronela (*Cymbopogon nardus*) Balsamino (*Momordica charantia*), Paico (*Chenopodium ambrosioides*) y Anamú (*Petiveria alliacea*), las cuales posteriormente fueron cosechadas y sometidas a un proceso de secado natural a la sombra, para obtener la biomasa necesaria para la obtención de los extractos, 2) En la segunda fase, las muestras recogidas, fueron sometidas a un proceso de laboratorio, en la que se prepararon extractos, utilizando solventes orgánicos, los cuales contienen los ingredientes activos que actúan y le imparten las propiedades atribuidas a las plantas estudiadas, 3) En la tercera y última fase, se realizaron los bioensayos, en los que se sometieron a prueba las propiedades insecticidas o de repelencia de las plantas estudiadas, sobre áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch., realizando las aplicaciones de los extractos estudiados en los sustratos, a las distintas concentraciones, con lecturas posteriores, a través de las que se determinó el efecto de los extractos de las plantas estudiadas, en el comportamiento de los insectos

En el cuadro N° 3, se presentan las plantas sometidas a estudio, así como las dosis evaluadas en el presente trabajo.

Cuadro No 3 IDENTIFICACION DE LOS TRATAMIENTOS SOMETIDOS A ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACION DE SU EFECTO SOBRE AFIDOS *Aphis craccivora* Koch.

Tratamiento	Nombre común	Nombre científico	Dosis
1	Balsamino	<i>Momordica charantia</i>	Solución al 20%
2	Anamú	<i>Petiveria alliacea</i>	Solución al 20%
3	Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Solución al 20%
4	Hierba de limón	<i>Cymbopogon citratus</i>	Solución al 20%
5	Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Solución al 20%
6	Testigo agua		
7	Testigo Insecticida químico	Cyhalothrin (2.5 CS)	1 cc p.c. por litro

2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en locaciones distintas, de acuerdo a la fase de ejecución, incluyendo la fase agronómica o de campo, la fase de laboratorio y una última fase de invernadero, en la que se desarrollaron los bioensayos

La fase agronómica o de campo, se desarrolló en la Finca Experimental del IDIAP ubicada en la localidad de Ollas Arriba, en donde se sembraron las parcelas de las plantas utilizadas en el estudio (fig.1) y el procesamiento inicial de las plantas, consistente en el secado de las muestras a la sombra (fig.2).

Figura.1. PARCELAS DE PLANTAS MEDICINALES, OLLAS ARRIBA, CAPIRA



El procesamiento de las muestras secas, que incluyó el molido de las **mismas, se** realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Central, ubicado en la ciudad de Panamá.

La fase de procesamiento en la que se realizó la extracción y concentración de los principios activos de las plantas en estudio, se llevó a cabo en el Laboratorio de Bioorgánica Tropical, adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y Pos-Grado de la Universidad de Panamá, cuyo producto final fueron los extractos de las plantas que se sometieron a prueba en los bioensayos.

La última fase de este trabajo se realizó en los invernaderos del Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG) del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), ubicado en la localidad de Río Hato (fig. 3) En esta fase se sometieron a prueba los extractos de las plantas , utilizando 3 concentraciones diferentes, sobre poblaciones uniformes de áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch.

Figura. No 2. INVERNADEROS DONDE SE REALIZARON LOS BIOENSAYOS SOBRE POBLACIONES DE *Aphis craccivora* Koch



Posteriormente, los datos recabados en las pruebas, fueron sometidos a los análisis estadísticos pertinentes, en los cuales se analizó la eficiencia insecticida y de repelencia sobre los insectos, de las distintas plantas estudiadas, utilizando como testigo, el insecticida de amplio espectro, Cyhalotrina, utilizado comercialmente para el control de plagas en diversos cultivos y un testigo consistente en agua destilada, que no contenía ningún agente adicionado.

3. DESCRIPCION DE LA CRIA DE LOS INSECTOS

Para la realización de los bioensayos, se utilizaron poblaciones de áfidos (*Aphis craccivora* Koch), que fueron levantadas sobre plantas de frijol (*Vigna unguiculata* L.), de la variedad RH 209, en la Finca de Ollas Arriba, ubicada en el distrito de Capira, provincia de Panamá. (Fig. 4)

Las poblaciones utilizadas en el estudio, incluyeron individuos **ápteros**, de una edad aproximada de 10 días, los cuales fueron colocados en número de 10 para

cada uno de los tratamientos, siendo instalados en platos Petri utilizados para los bioensayos.

Figura. 3. CRIA DE *Aphis craccivora* Koch, SOBRE PLANTAS DE FRIJOL *Vigna unguiculata* L. , VARIEDAD RH 209.



El número de insectos utilizados en cada tratamiento, se consideró adecuado para observar su comportamiento ante la presencia de los diferentes agentes presentes en los extractos de las plantas, específicamente, el efecto insecticida, medido a través del índice de mortalidad; el efecto de repelencia, con la referencia del número de insectos alejados del sustrato tratado, y la observación de la pérdida de eficiencia de los agentes activos presentes en los extractos de las plantas, utilizando como parámetro, el número de insectos posados sobre el sustrato tratado, además de la presencia de individuos nuevos, nacidos en el transcurso del estudio.

Con anterioridad a la ejecución de las evaluaciones, se realizaron algunas pruebas para observar el comportamiento de los áfidos en cautiverio, con la

finalidad de conocer la condición de los insectos a través del tiempo, sobre sustratos tratados artificialmente. (Fig. 4)

Figura 4. PRUEBA PRELIMINAR DE COMPORTAMIENTO DE *Aphis craccivora* Koch, EN CAUTIVERIO



Las pruebas realizadas confirmaron, que la especie *Aphis craccivora* Koch (1854), no tolera el hacinamiento, como es reportado por Phillips (1976), por lo que se tomó la decisión de utilizar un número de 10 individuos, dado que es una cantidad que permite apreciar el comportamiento de los insectos en respuesta a los diferentes estímulos a que se estarían sometiendo, sin que se manifestara ningún comportamiento atípico de los insectos, por el hacinamiento de los mismos en los platos Petri utilizados para la aplicación de los tratamientos; además de ser una cantidad de insectos que permite realizar los conteos con un menor margen de error.

3.1. COMPORTAMIENTO DE *Aphis craccivora* Koch, EN EL PROCESO DE MULTIPLICACION EN CAUTIVERIO.

Para la realización del presente trabajo, se iniciaron las primeras experiencias para la multiplicación de los áfidos en cautiverio, utilizando la especie conocida comúnmente como nabo (*Raphanus spp*), para lo cual se definieron algunas estrategias, primero para la colonización, y posteriormente para la multiplicación de los insectos -

Ante la dificultad de la captura de poblaciones significativas de los insectos en plantas de esta especie, se incluyó la mostaza (*Brassica spp*), especie sobre la cual tampoco se logró la colonización, por lo que se procedió a la utilización de la variedad RH-209, de frijol *Vigna unguiculata L.*, para estos fines, logrando la colonización y posterior multiplicación exitosa de los insectos

Cuando se utilizaron las plantas de nabo, para los fines de infestación de las plantas, se construyó una jaula con una altura de dos metros y una superficie de nueve m², dividida en cuatro cuadrantes, con la finalidad de poder observar de manera clara, el momento de colonización de las plantas, las cuales fueron sembradas en maceteros individuales colocando tres semillas por pote, en un sustrato compuesto de partes iguales de bocashi, gallinaza y suelo

Los potes fueron colocados a una distancia de 0.40 m entre si, para una población de 10 plantas en cada cuadrante. (fig. 5)

Fig. 5. JAULA PARA LA CAPTURA DE AFIDOS EN CAMPO. OLLAS ARRIBA, CAPIRA



Luego de la germinación de las plántulas, se realizaron inspecciones diarias de todas las plantas, para observar el momento de la colonización de los insectos. Las observaciones se realizaron por la mañana y por la tarde, para tener una clara visión del momento de inicio de la infestación de la plaga en las plántulas.

En vista de las dificultades para la colonización de los áfidos en las plantas de nabo durante el último trimestre del año 2003, se iniciaron nuevamente los recuentos de población en las plantas de nabo durante la época de verano, bajo condiciones ambientales de ausencia de precipitaciones, con altas temperaturas y baja humedad relativa, ambiente propicio para la multiplicación de los áfidos.

Los cuadrantes donde fueron colocados las plantas de nabo, estuvieron en las primeras etapas rodeadas de poblaciones espontáneas de plantas de diversos géneros, entre los que predominaban la familia Gramineae, Malvaceae y Amaranthaceae

En vista de la dificultad de capturar poblaciones en las plantas de nabo, se incluyeron también plantas de mostaza, encontrando la misma dificultad de captura de los insectos

A inicio del mes de marzo de 2004, se observó una alta infestación de áfidos en parcelas de frijol *Vigna unguiculata* L, aparentemente por una mayor predilección de la especie *Aphis craccivora* Koch, por este cultivo, por lo que se decidió iniciar la captura de poblaciones de áfidos en plantas de frijol, sembrándose la variedad RH - 209, en potes con un sustrato consistente en la mezcla de 3 partes de suelo y una parte de gallinaza. La colonización de la plantas fue casi inmediata, obteniéndose poblaciones adecuadas para la realización de las pruebas.

4. METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LAS PLANTAS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS VEGETALES.

Las plantas cosechadas para fines de evaluación fueron inicialmente picadas mecánicamente, colocándose en un secador solar a la sombra, por un período de 7 días, después del cual presentaba un bajo contenido de humedad.(fig. 6)

Fig. 6. DESHIDRATACION DE MUESTRAS DE PLANTAS EN SECADOR SOLAR



Posteriormente, fueron trituradas en un molino de martillo del Laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicado en el Campus Central, ciudad de Panamá, quedando las muestras con un tamaño de partículas bastante finas, apropiadas para los fines del estudio.

Posteriormente se inició la fase de extracción de las muestras, etapa que se desarrolló en el Laboratorio de Bioorgánica Tropical, ubicado en el Campus Central de la Universidad de Panamá, procediendo a la colocación de las muestras de las plantas en recipientes adaptados para este fin, adicionando Metanol como solvente orgánico, el cual se dejó por 48 horas para lograr la extracción de la mayor cantidad de los principios activos contenidos en las muestras, período después del cual se procedió a la obtención del filtrado (fig.7).

**Fig. 7. PROCESO DE OBTENCION DEL FILTRADO DE LAS MUESTRAS
CON METANOL COMO SOLVENTE ORGANICO**



Posteriormente, el filtrado fue sometido a la acción de un rotavapor marca Büchi, para la extracción del solvente orgánico presente en la muestra, en un baño de agua a una temperatura entre 24 y 30 ° C, y una tensión de trabajo de 650 a 700 mm de mercurio, para la evaporación del metanol por condensación (fig. 8)

Luego de la evaporación de los extractos, se procedió a un proceso de liofilización de las muestras, con la finalidad de eliminar los restos de agua presente en las mismas

**Fig. 8. OBTENCION DE LOS EXTRACTOS DE LAS PLANTAS POR
REMOCION DE METANOL POR ACCION DE ROTAVAPOR BÜCHI.**



5. METODOLOGIA DE EVALUACION DE LOS EXTRACTOS

Las pruebas realizadas consistieron en la colocación, de vainas de frijol inmaduras tratadas con cada uno de los extractos de las plantas evaluadas, y los testigos correspondientes, un blanco sin ningún tipo de aditivo, y el otro testigo, un insecticida comercial, dentro de platos Petri, en los cuales se colocaron 10 insectos, constituyéndose cada uno de estos en un tratamiento. (fig. 9),

Fig. 9. VAINAS INMADURAS DE FRIJOL UTILIZADAS COMO SUSTRATO PARA LAS EVALUACIONES.



Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, incorporando siete tratamientos, 5 extractos más dos testigos, con 25 repeticiones, con la finalidad de reducir el error experimental.

Para los fines del estudio se estableció la aplicación de tres dosis diferentes de cada uno de los extractos evaluados, una dosis normal, que es la cantidad que generalmente utilizan los productores, una subdosis, consistente en la mitad de la dosis normal y una dosis doble.

La denominada dosis normal, tal como es utilizada por los productores, consiste en la colocación de un aproximado de dos libras del material fresco de la planta a utilizar, picado o molido, dependiendo de la disponibilidad de herramientas, el cual se deja en maceración por un período de tiempo que varía entre las 24 y 48 horas, luego del cual es filtrado y aplicado a los cultivos. Las

dosis doble y sub-dosis, hacen referencia a las cantidades de material fresco señaladas para la dosis normal

Los datos obtenidos en las lecturas, realizadas en los diferentes períodos de evaluación, fueron analizados estadísticamente, aplicando un Análisis de Varianza, y Análisis de Correlación, cuya interpretación permitió hacer las inferencias sobre el comportamiento de los insectos, a través del tiempo, procurando identificar los efectos principales, y otros colaterales, que se pudieran observar como resultado del efecto de las sustancias activas presentes en los extractos de las plantas evaluadas

Los insectos utilizados en los experimentos, se obtuvieron de la cría artificial de poblaciones de *Aphis craccivora* Koch, en plantas de frijol de la especie *Vigna unguiculata*, de la variedad RH-209.

En cada tratamiento se depositaron 10 insectos, de una edad similar, aproximada de 10 días, para lograr la identificación del efecto de los productos evaluados sobre un determinado instar del insecto

La manipulación de los insectos se hizo con la utilización de pinceles de cabello humano, con la finalidad de evitar el daño al cuerpo blando de los mismos, situación que pudiera alterar los resultados por daño mecánico de los insectos. Los individuos excedentes se eliminaron mecánicamente para contar con la población deseada en los tratamientos.

Las lecturas se realizaron con la utilización de una lupa, bajo la cual se contaron los insectos, según el comportamiento observado, ya sea mortalidad, repelencia u otro efecto evidente.

Luego de concluir la toma de datos en las lecturas definidas para cada tratamiento, los insectos vivos al final del experimento fueron eliminados

6. ANALISIS ESTADISTICO

El diseño estadístico utilizado fue de Bloques Completos al Azar, aplicando para el análisis un modelo estadístico de regresión lineal simple de la forma

$$Y_i = B_0 + B_1 \text{ Horas}_i + E_i$$

En el cual:

B_0 = intercepto

B_1 = valor estimado de la variable en el intercepto

E_i = Error experimental

Para reducir el error experimental propio del trabajo realizado, se planteó un número de 25 repeticiones, en las cuales se incluyeron todos los tratamientos evaluados, incluyendo los testigos utilizados como referencia

A los datos recuperados de cada uno de los tratamientos en las diferentes lecturas efectuadas en el ensayo, se le aplicaron análisis individuales, así como análisis de correlación entre las diferentes variables evaluadas

Entre las variables que se determinaron de mayor importancia en el trabajo realizado, se seleccionaron aquellas estrechamente dependientes de los efectos buscados en los extractos de las plantas evaluadas, siendo los principales la mortalidad de los insectos ante la presencia de sustancias letales en los productos evaluados, utilizando como criterio el número de insectos con signos evidentes de muerte; el efecto de repelencia, tomando como criterio de evaluación, el número de individuos alejados del sustrato, durante el período en que se realizaron las lecturas; y por último el efecto de inocuidad, ó pérdida de eficiencia de los extractos a través del tiempo, en el cual se tomó como criterio, el número de insectos posados sobre el sustrato tratado, ya sea alimentándose o realizando alguna otra función vital , como la reproducción.

Este último efecto, se consideró de relevancia, con base en que los metabolitos o sustancias activas presentes en los extractos, que actúan sobre los insectos, pierden su efectividad a través del tiempo, debido a la acción de los factores ambientales tales como la luminosidad, humedad relativa, precipitación y temperatura, reduciendo su eficiencia

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

1. OBSERVACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE *Aphis craccivora* EN CAUTIVERIO

Durante la semana del 10 al 14 de mayo de 2004, se realizaron algunas pruebas para observar el comportamiento de los áfidos en cautiverio, con el objetivo de identificar un sustrato que permitiera mantener a los insectos en condiciones de alimentarse, y en todo caso multiplicarse, sin evidentes señales de estrés, durante el período que durase el experimento.

Se probaron diferentes sustratos, los que se describen a continuación

a) Maceración de hojas de frijol

Se tomaron una cantidad limitada de hojas de frijol, incluyendo hojas nuevas y hojas maduras, las que se maceraron en agua hasta obtener una pasta de hojas con el sobrenadante líquido. La pasta resultante se colocó en un plato Petri, y se cubrió con una película de papel parafilm, para permitir que los insectos se posaran a alimentarse, si este fuera el caso

b) Sustrato de hoja nueva

Se colocó una sección de hoja nueva en un plato Petri, cubierta con papel parafilm, con el mismo objetivo que el anterior

c) Sustrato de hoja madura

Se colocó una sección de hoja madura en un plato Petri, cubierta con

papel parafilm, con la misma finalidad que el anterior

d) Sustrato de vainas inmaduras

Se colocaron 3 vainas inmaduras de frijol de la variedad RH-209, con una edad de aproximadamente 6 días

Las observaciones se hicieron en períodos de tiempo variables, aproximadamente entre 8 y 12 horas, para observar el comportamiento de los 10 individuos colocados en cada uno de los platos Petri utilizados

Luego de transcurridos 4 días de la colocación de los insectos en cada uno de los diferentes sustratos, se observaron los siguientes comportamientos:

1. En el macerado de hojas de frijol, se observó que los insectos no intentaron posarse para alimentarse de la solución, manteniéndose en la periferia de plato, muriendo rápidamente por inanición. Es probable que este comportamiento se debiera al tipo de aparato bucal de los insectos, adaptados para perforar la superficie de la planta, y alimentarse mediante la succión de las sustancias nutritivas
2. En el sustrato de sección de hoja nueva, se observaron 2 individuos posados sobre el papel parafilm durante el primer día, retirándose al segundo día. Nuevamente, al tercer día, se observó un nuevo individuo posado, en posición de alimentación. No se observó la multiplicación de los insectos colocados inicialmente en este tratamiento.
3. En el sustrato de sección de hoja madura, se observaron 2 individuos posados en posición de alimentación durante el primer día, 3 individuos durante el segundo día y solamente 1 individuo para el tercer día. No se

observó la multiplicación de los insectos, muriendo toda la población al cuarto día de observación.

4. En las vainas nuevas de frijol, los 10 insectos colocados inicialmente, se posaron rápidamente sobre ellas e iniciaron su alimentación. Al segundo día, se observaron nueve individuos posados sobre las vainas, además de notar la presencia de algunos insectos recién nacidos. Durante el tercer y cuarto días, aun se mantenían cuatro individuos sobre las vainas de frijol, observándose una nutrida población nueva de insectos alimentándose sobre las vainas. Es importante señalar, que durante este tiempo, las vainas de frijol utilizadas se observaban con buena apariencia y túrgidas.

Para el día 13 de mayo de 2004, se realizaron nuevas pruebas de multiplicación de los individuos, colocando vainas nuevas de frijol, pero en esta oportunidad se colocaron dentro de los platos Petri, secciones de vainas maduras de frijol infestadas naturalmente con áfidos, supuestamente para lograr una masiva colonización de las vainas nuevas.

En esta prueba, se observó que los áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch, no toleran la aglomeración de individuos en estas condiciones, muriendo rápidamente, no habiéndose observado la colonización de las vainas nuevas colocadas como sustrato.

Dentro de los platos Petri, se observó una alta condensación, posiblemente debido a que la tasa de respiración de las vainas maduras seccionadas es mayor que la de las vainas nuevas, segregando una mayor cantidad de

exudados, provocando el rápido deterioro de las mismas, induciendo inclusive el rápido crecimiento de micelio de hongos en las vainas seccionadas, probablemente debido a las sustancias azucaradas producidas por los áfidos, provocando la rápida mortalidad de los insectos

Las observaciones realizadas en los platos Petri, en los que se colocaron de dos a tres vainas inmaduras con un tamaño entre los 8 y 10 cm de longitud, mostraron que después de seis días de colocados los insectos, parte de los individuos colocados inicialmente murieron, sin embargo, se logró la multiplicación de una nueva población, alimentándose los nuevos individuos sobre las vainas, las cuales mostraban aún, una coloración verde y con apariencia túrgida

Después de 14 días de **colocada la población** inicial, **en todos** los sustratos,, se observó la muerte de **todos los insectos**. Sin embargo, es importante resaltar, que en las poblaciones nuevas que se multiplicaron en este período de observación, se generaron de manera espontánea una gran cantidad de insectos alados, probablemente debido a fenómenos como la falta de alimento, en preparación para migrar en busca de alimento, estímulos químicos, cambios de temperatura dentro de los platos Petri, u otros **fenómenos no identificados** en este estudio

Otro de los aspectos que se ensayaron para observar el comportamiento de los insectos en cautiverio, fue la cantidad y calidad de luz en los platos Petri, utilizando para ello diversos grados de coloración en los platos, **buscando** de esta forma, generar de manera artificial una condición de menor cantidad de

luz que pudiera afectar a los insectos en su actividad de alimentación y reproducción

Para esto, se tomaron platos Petri y se les coloreó la tapa utilizando marcadores indelebles, de color negro y verde, para identificar alguna diferencia entre estos dos colores y el comportamiento de los áfidos

Uno de los resultados obtenidos mostró, que los platos cubiertos de una coloración verde, permitieron el rápido crecimiento de hongos sobre las vainas colocadas dentro de los platos, situación que no se presentó cuando el color utilizado fue el negro.

Coloración del plato	No de individuos colocados	No de individuos nuevos alados
1 Tinte negro	47	14
2 Tinte verde	52	n/o
3 Tinte negro	48	27
4 Tinte negro	41	29
5 Tinte negro	53	17

n/o = no observados

Los datos recogidos, sugieren que puede haber una influencia del color utilizado en la cubierta de los platos sobre la generación de individuos alados, los que pueden generarse de manera facultativa, por condiciones de estrés, ya sea por falta de alimento, o por exceso de la población existente en determinado momento.

En el plato No 2, con tinte verde, se observó una gran proliferación de hifas de hongos que invadieron, en primera instancia las vainas de frijol, y posteriormente a los áfidos.

La importancia de la información generada sobre el comportamiento de alimentación y multiplicación de los áfidos, es que permite desarrollar métodos alternativos para la obtención de poblaciones de estos insectos en cautiverio

2. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Se evaluaron tres dosis de los extractos estudiados, siendo la dosis denominada normal, aquella que corresponde a la cantidad de biomasa utilizada por los productores para elaborar los macerados que son aplicados en los cultivos, una subdosis, correspondiente a la mitad de la dosis normal, y una dosis al doble de la cantidad de producto utilizado por los productores

Las variables analizadas en cada una de las dosis evaluadas, fueron el número de individuos muertos, siendo este el criterio para calificar la acción insecticida de la sustancia evaluada, el número de insectos alejados del sustrato tratado con los productos en evaluación, utilizado como criterio de repelencia, y el número de insectos alimentándose sobre los sustratos tratados y a su vez multiplicándose, situación que se consideró como criterio para evaluar la pérdida de eficiencia de los extractos estudiados

Cada una de estas variables fueron evaluadas en periodos de tiempo predeterminados, que correspondieron a las 6, 12 , 24 y 36 horas después de la aplicación, para observar a través de estas lecturas el comportamiento de los insectos en respuesta la presencia de las sustancias presentes en los extractos

3. EVALUACION DE LA DOSIS NORMAL: EFECTO INSECTICIDA

La información recopilada con relación al número de insectos muertos cuando se aplicaron las dosis normales de los extractos de plantas, indicó diferencias altamente significativas entre los productos evaluados, así como entre los períodos de tiempo transcurrido después de la aplicación, y diferencias al 10% de probabilidad cuando se analizó la interacción del tiempo después de la aplicación y las repeticiones en el ensayo

3.1. A LAS 6 HORAS

Para este período se registraron diferencias altamente significativas entre los extractos evaluados y el tratamiento 7(testigo químico). En este último fue evidente un efecto de "Knock down", en los insectos , al registrar una cantidad de 8 1 individuos muertos.

Los más efectivos a esta dosis en la primera evaluación resultaron ser los tratamientos 5 (Paico) y 4 (Hierba de limón) con 0.6 individuos muertos en ambos casos. Para este momento, el tratamiento 1 (Balsamino) fue el menos letal de todos los productos evaluados, al presentar una lectura de 0.3 individuos muertos.

3.2 A LAS 12 HORAS

Las lecturas realizadas a las 12 horas, mostraron la misma tendencia, presentando diferencias altamente significativas entre los tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 7(testigo químico), con la cifra más alta de 8 6 individuos afectados. Para esta evaluación, el tratamiento 5(Paico), se mantuvo

en el segundo lugar en efectividad insecticida, con una letalidad de 1.2 individuos muertos, seguido del tratamiento 1 (Balsamino), que ya en esta oportunidad reflejaba una cifra de 1.1 insectos muertos, superando ambos extractos al resto de los tratamientos evaluados

3.3. A LAS 24 HORAS

Al realizar las evaluaciones de los efectos en los tratamientos después de transcurridas las primeras 24 horas, el tratamiento 7 (testigo químico), alcanzó un número de 9.8 insectos afectados, siguiendo la tendencia de las evaluaciones realizadas previamente. El tratamiento 5 (Paico) se mantuvo en un segundo lugar con 4.2 individuos muertos, seguido en esta oportunidad por el tratamiento 4 (Hierba de limón) con una cifra de 4.1 insectos muertos

3.4. A LAS 36 HORAS

Los datos recopilados, indican que con relación al número de individuos muertos, la cifra promedio más alta se obtuvo en las lecturas realizadas a las 36 horas después de la aplicación de los tratamientos, con un promedio general de 5.3 áfidos muertos, alcanzando el tratamiento 7 (testigo químico) el número más alto con 10.2 individuos, seguido **inmediatamente** por el tratamiento 5 (Paico), que para este período alcanzó una mortalidad de 5.2 insectos y el **tratamiento** 4 (Hierba de limón), con un promedio de 4.8 insectos muertos, siendo **los más** efectivos a esta dosis

Cuadro No. 4. PROMEDIO DE MORTALIDAD DE AFIDOS *Aphis craccivora* Koch POR LA APLICACION DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES. DOSIS NORMAL

Media general 3.3	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
1.8	1-Balsamino	0.3	1.1	2.0	4.0
2.3	2- Anamú	0.5	0.8	3.5	4.6
1.9	3- Citronela	0.5	0.7	2.9	3.4
2.6	4-Hierba de limón	0.6	0.8	4.1	4.8
2.8	5- Paico	0.6	1.2	4.2	5.2
2.7	6- Testigo agua	0.6	1.2	4.1	5.1
9.2	7- Testigo insecticida	8.1	8.6	9.8	10.2
Media		1.6	2.1	4.3	5.3

En este punto, es determinante identificar que durante las primeras 6 horas, el promedio general de mortalidad fue de 1.6 individuos, ocupando la primera posición el tratamiento 7 (Insecticida químico), que arrojó una cifra de mortalidad de 8.1 insectos, y una mortalidad por hora de 1.4 insectos, siendo la mayor en el ensayo. Todos los extractos vegetales evaluados, presentaron valores de mortalidad menores a la unidad, siendo la mortalidad por hora sumamente baja, siendo la más alta la mostrada por los tratamientos 4 (Hierba de limón) y 5 (Paico) con 0.1 insectos muertos por hora.

Posteriormente, en el periodo comprendido entre las 6 y las 12 horas, la mortalidad promedio por hora fue igualmente baja, presentando la cifra más alta los tratamientos 1 (Balsamino) y 5 (Paico), con promedios de 0.1 insectos muertos, en ambos casos.

En el período comprendido entre las 12 y 24 horas, se presentaron los mayores promedios de mortalidad por hora, ocupando los primeros lugares los tratamientos 4 (Hierba de limón), 5 (Paico) y 2 (Anamú), con cifras de 0.3, 0.2 y 0.2, insectos muertos, respectivamente. Es de gran importancia mencionar que es en este período de tiempo en que se registró la mayor actividad insecticida en todos los extractos evaluados, ya que la mortalidad por hora en el período de las 24 a las 36 horas, los registros de mortalidad por hora fue de solamente 0.1 insectos, indicando la pérdida de efectividad insecticida en todos los extractos evaluados. En este último período, solamente el tratamiento 1 (Balsamino), presentó una mortalidad promedio por hora de 0.2 insectos.

Cuadro No.5. PROMEDIO DE MORTALIDAD POR HORA DE ÁFIDOS
Aphis craccivora Koch . DOSIS NORMAL

Tratamientos	Períodos de evaluación (horas)			
	0-6	6-12	12-24	24-36
1-Balsamino	0.05	0.1	0.1	0.2
2- Anamú	0.1	0.05	0.2	0.1
3- Citronela	0.1	0.03	0.2	0.04
4-Hierba de limón	0.1	0.03	0.3	0.05
5- Paico	0.1	0.1	0.2	0.1
6- Testigo agua	0.1	0.1	0.2	0.1
7- Testigo insecticida	1.4	0.1	0.1	0.04
Media	0.3	0.1	0.2	0.1

Las diferencias observadas entre los tratamientos para la variable de mortalidad, fueron notables. El tratamiento No 7 (testigo químico), evidentemente fue el que mostró las mayores cifras de mortalidad con un promedio general de 9.2, produciéndose un efecto de "Knock down", desde las 6

horas después de la aplicación. El tratamiento No 5 (Paico), fue el segundo en importancia con relación al número de individuos muertos con un promedio general de 2.8

A la dosis normal, los tratamientos 3 (Citronela) y 1 (Balsamino), fueron lo que afectaron en menor grado a los insectos, con promedios generales de mortalidad de 1.9 y 1.8 individuos, respectivamente.

En esta variable, se observó una mortalidad alta del tratamiento No 6 (testigo agua), con un número promedio de 2.7 individuos, ignorando las posibles causas de este fenómeno.

Las cifras recogidas mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos a través del tiempo en que fueron evaluados, con un promedio general de 3.3 individuos muertos, mostrando a su vez que la letalidad acumulativa de los diferentes tratamientos se incrementa a través del tiempo, hasta un período de 36 horas, sin embargo, se observa, por los registros de mortalidad por hora, la acción insecticida de los extractos, se reduce después de la 24 horas de la aplicación de los tratamientos

4. EVALUACION DE LA SUB DOSIS, EFECTO INSECTICIDA

La evaluación realizada para identificar el efecto insecticida de los extractos estudiados, a un nivel de sub-dosis, presentó, diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados y entre los periodos de tiempo transcurridos después de la aplicación de los tratamientos, con un promedio general de 2.3 insectos afectados, así como una interacción positiva entre estas variables

A continuación se presenta un balance del comportamiento de los extractos **evaluados**, en los correspondientes periodos de tiempo establecidos para el presente trabajo.

4.1. A LAS 6 HORAS

Para las primeras 6 horas de evaluación, los promedios de mortalidad de los extractos evaluados fueron bajos, registrándose un promedio general de 0.8 áfidos muertos. El tratamiento 7 (testigo químico) mostró el número más alto de individuos afectados con un promedio de 4.1 insectos muertos, evidenciando una disminución en el poder de letalidad del químico, debido a la dosis utilizada para esta evaluación.

De los extractos vegetales evaluados, el que mostró la mayor actividad letal fue el tratamiento 4(Hierba de limón) con un promedio de 0.6 individuos muertos, seguido del tratamiento 5(Paico), con promedio de 0.4 insectos. El resto mostró un nivel bajo de letalidad, siendo los de menor actividad los tratamientos 1(Balsamino) y 2 (Anamú), con lecturas de 0.2 insectos muertos, en ambos casos.

Según los datos obtenidos, el efecto insecticida en el transcurso de las primeras 6 horas fue limitado.

4.2. A LAS 12 HORAS

Para este período, nuevamente los tratamientos 4(Hierba de limón) y 5(Paico), provocaron la mayor mortalidad de insectos, al promediar 1.1 y 0.7 individuos muertos, respectivamente, superando con amplitud al resto de los

tratamientos Para este período de evaluación, el tratamiento 7(testigo químico), mostró un promedio de 6.9 insectos muertos, siendo el más alto para esta etapa del estudio

Para este período, los tratamientos 1(Balsamino), 2 (Anamu) y 3 (Citronela), aunque registraron un incremento en la mortalidad, con relación a los resultados obtenidos en la primera evaluación, los niveles de letalidad se mantuvieron bajos, con lecturas de 0.6, 0.5 y 0.6 insectos muertos respectivamente

Ninguno de los extractos vegetales evaluados superaron la media general del ensayo, fijada en 2.3.

4.3. A LAS 24 HORAS

Al realizar la evaluación correspondiente a este período, el tratamiento 7(testigo químico), mostró un alto nivel de letalidad, con un promedio de mortalidad de 9.4 individuos. De los extractos evaluados, el tratamiento 4(Hierba de limón), se mantuvo en el primer lugar con un promedio de 2.1 insectos muertos, sin embargo, para esta oportunidad, el segundo lugar en actividad insecticida lo pasó a ocupar el tratamiento 2(Anamú) con 1.9 individuos afectados, presentando el perfil más bajo los tratamientos 1 (Balsamino) y 5 (Paico), con registro de 1.4 cada uno.

4.4. A LAS 36 HORAS

Al momento de la culminación de las evaluaciones, el efecto del tratamiento 7(testigo químico) fue evidente, con la eliminación de un promedio de 12.2

insectos, en los cuales se incluyeron ya algunos individuos que nacieron durante el desarrollo de este experimento

De los extractos vegetales estudiados, el tratamiento 4(Hierba de limón) se mantuvo en el primer lugar con relación al efecto insecticida, al presentar una mortalidad promedio de 3.8 insectos muertos al cabo de las 36 horas.

El segundo lugar en eficacia lo conservó el tratamiento 2 (Anamú), con un promedio de 2.9 insectos afectados, seguido por el resto de los tratamientos.

Cuadro No 6. PROMEDIOS DE MORTALIDAD POR HORA DE ÁFIDOS
Aphis craccivora Koch . SUB DOSIS

Tratamientos	Periodos de evaluación (horas)			
	0-6	6-12	12-24	24-36
1-Balsamino	0.04	0.07	0.07	0.1
2- Anamú	0.04	0.05	0.1	0.09
3- Citronela	0.05	0.05	0.08	0.06
4-Hierba de limón	0.09	0.09	0.09	0.14
5- Paico	0.06	0.06	0.06	0.11
6- Testigo agua	0.02	0.03	0.07	0.15
7- Testigo insecticida	0.68	0.47	0.21	0.23
Media	0.14	0.12	0.10	0.13

Es importante resaltar en este punto, que para el momento de esta evaluación, a excepción del tratamiento 3(Citronela), el resto de los productos evaluados, superaron la media general del ensayo, fijada en 2.3 insectos muertos.

Cabe comentar como punto de importancia, que el promedio de mortalidad por hora de los insectos durante las primeras seis horas, fue similar al observado

al pasar de las primeras 6 horas a las 12 horas, resultando los más altos los registrados en los tratamientos 4 (Hierba de limón) y 5 (Paico), con 0.09 y 0.06 insectos muertos por hora. En esta dosis, el mayor incremento de mortalidad se observó al término de las 36 horas, período en el cual, los tratamientos 4 (Hierba de limón), 5 (Paico) y 1 (Balsamino), registraron cifras de 0.14, 0.11 y 0.1 insectos muertos por hora

Cuadro No. 7. PROMEDIO DE MORTALIDAD DE ÁFIDOS *Aphis craccivora* Koch POR LA APLICACION DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES. SUB-DOSIS

Media general 2.3	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
1.2 c	1-Balsamino	0.2	0.6	1.4	2.7
1.4 c	2- Anamú	0.2	0.5	1.9	2.9
1.2 c	3- Citronela	0.3	0.6	1.5	2.2
1.9 b	4-Hierba de limón	0.6	1.1	2.1	3.8
1.3 c	5- Paico	0.4	0.7	1.4	2.7
1.1 c	6- Testigo agua	0.1	0.3	1.1	2.9
8.1 a	7- Testigo insecticida	4.1	6.9	9.4	12.2
Medias		0.8 d	1.5 c	2.7 b	4.2 a

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí.

Según los datos recopilados, la mayor actividad insecticida mostrada por los extractos evaluados se encuentra entre las 12 y 36 horas después de la aplicación, período en que se registró la mortalidad más alta por hora, esto al realizar los cálculos incluyendo solamente los extractos vegetales. El comportamiento en el tratamiento 7 (Testigo químico) fue diferente, ya que la

mayor mortalidad por hora se registró durante las primeras 12 horas, en la que murieron la mayoría de los insectos incluidos en el tratamiento

Los datos obtenidos en las lecturas realizadas en los diferentes periodos mostraron un orden ascendente en el efecto insecticida acumulativo de los extractos evaluados, de acuerdo al incremento del tiempo transcurrido, con un promedio máximo de mortalidad de 4.2, registrado a las 36 horas, seguido de 2.7 a las 24 horas, 1.5 a las 12 horas y 0.8 en la primera lectura, realizada a las 6 horas después de la aplicación de los tratamientos. El promedio general de mortalidad del ensayo se cifró en 2.3 insectos muertos.

El análisis de los datos obtenidos cuando se compararon los siete tratamientos evaluados, arrojaron diferencias altamente significativas entre los mismos, siendo el tratamiento No 7 (insecticida químico), el que mostró el más alto nivel de mortalidad, con un promedio general a través de todo el ensayo de 8.1 de mortalidad. El promedio de mortalidad en este tratamiento, fue ascendente a través del tiempo, marcando un promedio de 4.1 insectos muertos en las primeras 6 horas de evaluación, 6.9 individuos para las lecturas realizadas a las 12 horas, 9.4 a las 24 horas de transcurrido el ensayo, y un total de 12.2 individuos para la culminación de la prueba, a las 36 horas.

Es importante hacer notar que con la utilización de dosis más bajas a las que son recomendadas según los productos utilizados, es evidente que el efecto de "Knock down", de los productos disminuye, y con ello los niveles de mortalidad, incluso cuando se utilizan los insecticidas químicos comerciales

Con relación a los resultados obtenidos con la dosis normal (cuadro No 4), la efectividad insecticida a través del tiempo, de los productos evaluados se reduce drásticamente, cuando es utilizada una subdosis de los extractos evaluados, incluyendo el insecticida químico comercial (Tratamiento 7); aunque, se mantiene un orden de eficacia de los productos evaluados, mostrando los mayores niveles de efectividad los tratamientos, 4 (Hierba de limón), 2 (Anamú) y el tratamiento 5 (Paico)

En ambas evaluaciones, ha coincidido que el tratamiento 3(Citronela) ha mostrado los niveles más bajos de letalidad, seguido del tratamiento 1(Balsamino).

Un análisis de correlación de Pearson, aplicado a los datos obtenidos, evidenció una relación altamente significativa entre las variables insectos muertos y los períodos de evaluación, presentando la correlación más alta el tratamiento 4(Hierba de limón) con un índice de mortalidad de 0.11 insectos, seguido del tratamiento 2(Anamú) con un índice de 0.09 individuos y los tratamientos 1(Balsamino) y 5(Paico), ambos con un índice de 0.08 insectos muertos por período

5. EVALUACIÓN DE DOSIS DOBLE, EFECTO INSECTICIDA

La evaluación de los resultados obtenidos al aplicar los diferentes extractos estudiados, en una dosis al doble de la dosis normal, utilizada por los productores, ya sea de los insecticidas comerciales como de los fitoinsecticidas,

evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, así como entre los períodos de evaluación; no así en las interacción entre los tratamientos y los momentos de evaluación, los cuales resultaron con diferencias estadísticas no significativas

El promedio general de mortalidad con la dosis doble de los productos resultó de 5.1 insectos muertos

Cuadro No. 8. PROMEDIO DE MORTALIDAD DE AFIDOS *Aphis craccivora* Koch. POR LA APLICACION DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES. DOSIS DOBLE

Media general 5.1	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
5.0 b	1-Balsamino	3.5	4.3	5.6	6.4
3.8 cd	2- Anamú	2.7	3.5	4.3	4.8
4.7 b	3- Citronela	3.5	4.6	5.2	5.4
4.8 b	4-Hierba de limón	3.2	4.1	5.5	6.4
3.6 d	5- Paico	2.6	3.1	4.0	4.6
4.3 bc	6- Testigo agua	3.4	3.8	4.5	5.7
9.6 a	7- Testigo insecticida	8.8	9.6	10.0	10.1
Media		3.9 d	4.7 c	5.6 b	6.2 a

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

5.1. A LAS 6 HORAS

Los resultados obtenidos al momento de realizar esta primera evaluación, mostraron una alta mortalidad en el tratamiento 7(Insecticida químico), con un promedio de 8.8 insectos muertos, con un evidente efecto de "Knock down".

Las cifras registradas en los extractos vegetales, colocaron en primer lugar a los tratamientos 1(Balsamino) y 3 (Citronela), con un promedio para esta evaluación de 3.5 insectos muertos en ambos casos, ocupando la segunda posición el tratamiento 4(Hierba de limón), con un promedio de 3.2 individuos afectados.

Los extractos de Anamú (tratamiento 2) y Paico (tratamiento 5), pasaron a ocupar la tercera y cuarta posición respectivamente, al registrar promedios de 2.7 y 2.6 individuos muertos, respectivamente.

El promedio de mortalidad correspondiente al período evaluado, fue de 3.9, el que fue superado solamente por el tratamiento 7(testigo químico), que resultó con el promedio más alto, con 8.8 insectos muertos.

Los promedios de mortalidad por hora a esta dosis, entre los diferentes períodos de evaluación, fueron decrecientes en el tiempo, registrándose las cifras más altas en el período inicial del ensayo, durante las primeras seis horas, en el que se registró un promedio de mortalidad por hora de 0.7 insectos, liderado por el tratamiento 7 (insecticida químico) con cifras de 1.5 insectos, seguido por los tratamientos 1(Balsamino), 3 (Citronela) y 4 (Hierba de limón), con promedios de 0.6, 0.6 y 0.5 insectos muertos , respectivamente.

Cuadro No 9. PROMEDIO DE MORTALIDAD POR HORA DE ÁFIDOS
Aphis craccivora Koch . **DOSIS DOBLE**

Tratamientos	Periodos de evaluación (horas)			
	0-6	6-12	12-24	24-36
1-Balsamino	0.59	0.13	0.11	0.07
2- Anamú	0.45	0.14	0.07	0.04
3- Citronela	0.58	0.18	0.06	0.01
4-Hierba de limón	0.53	0.15	0.12	0.07
5- Paico	0.43	0.09	0.07	0.05
6- Testigo agua	0.56	0.07	0.06	0.10
7- Testigo insecticida	1.46	0.13	0.04	0.01
Media	0.66	0.13	0.07	0.05

Las cifras recogidas son un indicativo de que para esta dosis, la mayor cantidad de principios activos en los extractos, ejerció una acción insecticida más determinante durante las primeras etapas del experimento, al alcanzar los mayores índices de mortalidad para el período y el más alto promedio de mortalidad por hora.

5.2. A LAS 12 HORAS

Para este período se registró un promedio general de 4.7 insectos afectados, con un incremento de mortalidad de 0.76 individuos, con referencia a la evaluación realizada a las 6 horas.

El tratamiento 7 (testigo químico), nuevamente presentó el mayor índice de letalidad con un promedio de 9.6 insectos con signos evidentes de muerte.

El tratamiento 3 (Citronela), ocupó en esta oportunidad la primera posición en el índice de mortalidad, entre los extractos vegetales evaluados, al presentar un

promedio de 4.6 insectos muertos, seguido inmediatamente por los tratamientos 1(Balsamino) y 4(Hierba de limón), con promedios de 4.3 y 4.1 insectos muertos, respectivamente.

Para este periodo de evaluación el tratamiento 5(Paico) fue el de menor letalidad, con un promedio de 3.1 insectos muertos

La cuantificación de las cifras obtenidas en esta evaluación indican que el incremento de mortalidad de los insectos estuvo en el orden de 0.13 insectos por hora, cifra decreciente cuando la comparamos al índice de mortalidad por hora, registrado durante las primeras 6 horas del experimento.

5.3. A LAS 24 HORAS

En esta fase del experimento, el tratamiento 7(testigo químico), presentó un 100% de mortalidad de la población inicial del experimento, evidenciando la potencia insecticida del producto comercial utilizado, en una dosis que incluye el doble de la cantidad recomendada comercialmente.

La revisión del comportamiento de los extractos vegetales sometidos a estudio, indicó que para este periodo, el tratamiento 1(Balsamino), pasó a ocupar la primera posición según el índice de mortalidad de los insectos, con un promedio de 5.6 insectos muertos, colocándose los tratamientos 4(Hierba de limón) y 3 (Citronela), en las siguientes posiciones, con promedios de 5.5 y 5.2 insectos afectados.

En este período, al igual que el anterior la actividad insecticida más baja fue registrada por el tratamiento 5(Paico), el cual presentó el menor promedio, con 4.0 insectos muertos.

Para este período, el promedio general de mortalidad por hora fue de 0.15 insectos

Es evidente, que el poder insecticida de todos los productos evaluados fue mayor en las primeras etapas del experimento, probablemente debido a la presencia de una mayor cantidad de sustancias activas que afectaron a los insectos al entrar en contacto con ellas o al ingerirlas; posteriormente, a partir de las 12 horas de aplicados los tratamientos, se observó una estabilización de la mortalidad en los diferentes períodos en que se realizaron las evaluaciones, con cambios poco significativos en estas cifras.

Considerando el punto de vista de control de plagas con insecticidas de origen vegetal, es importante tener en cuenta que los principios activos presentes en las plantas, se descomponen rápidamente por acción de la luz y la temperatura y otros factores ambientales, por lo que su permanencia en la planta es muy baja, no siendo mayor de 24 horas (Silva, G , 2002), lo que admite el comportamiento observado en las especies evaluadas en este estudio.

5.4. A LAS 36 HORAS

Para este último período de evaluación, se registró un promedio general de 6.2 insectos muertos. De igual forma, el análisis de los resultados obtenidos indicaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados,

no así en la interacción entre estos y los períodos de tiempo utilizados como referencia para medir la acción insecticida de los productos estudiados.

Es importante destacar que para este período, los tratamientos 1(Balsamino), 4 (Hierba de limón) y 3(Citronela), superaron el promedio general del ensayo de 5.1 insectos muertos, con registros de 6.4, 6.4 y 5.4, respectivamente. Cabe mencionar que a su vez, los dos primeros, superaron el promedio para el periodo de evaluación, que fue de 6.2 insectos muertos. El tratamiento 7 (testigo químico), conservó la primera posición en cuanto a la tasa de mortalidad, al promediar un total de 10.1 individuos muertos, incluyendo insectos nacidos en el transcurso del ensayo.

Para este último período, el incremento de la tasa de mortalidad desde la lectura realizada a las 24 horas, fue de 0.6 insectos, para un índice de mortalidad por hora de 0.05 insectos.

En esta última evaluación, los tratamientos 2(Anamú) y 5(Paico), con lecturas de 4.8 y 4.6, respectivamente, fueron los que presentaron los promedios más bajos, no llegando a superar el promedio general del ensayo

Los análisis realizados indican que cuando se utiliza una dosis al doble de la normal, de los insecticidas comerciales de síntesis y cuando se trata de fitoinsecticidas, las tasas de mortalidad son evidentemente mayores en las primeras horas después de que los áfidos están expuestos a las sustancias activas presentes en los productos aplicados.

Las datos obtenidos en el análisis de la mortalidad por hora, indican que los fitoinsecticidas evaluados ejercen una acción más fuerte durante las primeras 12 horas, disminuyendo su poder insecticida a partir de las 36 horas.

El análisis del incremento de la mortalidad por hora, después de la aplicación de los tratamientos, mostró que este parámetro es decreciente a través del tiempo, siendo de 0.7 individuos muertos por hora durante las primeras 6 horas del ensayo, bajando a 0.1, en el período transcurrido entre las 6 y 12 horas. Cuando se alcanzaron las 24 horas, continuo la tendencia y nuevamente cae a 0.07 insectos muertos por hora, hasta alcanzar una mortalidad de 0.05, al llegar a las 36 horas de evaluación.

Como se puede observar en el cuadro No 8, los tratamientos sobresalientes en este ensayo, fueron 1(Balsamino), 4 (Hierba de limón), y 3 (Citronela), con promedios generales de mortalidad de 5.0, 4.8 y 4.7 insectos muertos, respectivamente, además que estos mismos tratamientos superaron el promedio general del ensayo a partir de las 24 horas de la aplicación, alcanzando su máxima expresión a las 36 horas de iniciado el ensayo

El tratamiento No 7 (insecticida químico), expresó su máximo potencial de mortalidad a las 24 horas, cuando se registró la muerte de los 10 individuos colocados inicialmente

6. EFICIENCIA INSECTICIDA DE CINCO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Aphis craccivora* Koch.

Las cifras obtenidas del análisis de los promedios de mortalidad en cada una de las dosis, permitió el cálculo de la eficiencia del poder insecticida de los

extractos de plantas evaluados, para identificar claramente el potencial que presenta cada uno de ellos, para ser utilizados en programas de Manejo Integrado de Plagas, específicamente para el control de áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch.

El cálculo de la eficiencia de esta variable está dado por la fórmula de Abbott (1925), la cual se presenta a continuación:

$$E_i = \left[\frac{MT - MTRAT}{MT} \right] \times 100$$

En donde:

E_i = Porcentaje de eficiencia

MT = Individuos muertos en el testigo

MTRAT = Individuos muertos en el tratamiento.

6.1. EFICIENCIA DE CONTROL : DOSIS DOBLE

Los datos obtenidos en el análisis indican que se presentaron diferencias altamente significativas en los niveles de eficiencia entre los tratamientos evaluados, al igual que entre los períodos de evaluación, sin embargo, no se registraron diferencias significativas cuando se analizó la interacción entre estas dos variables.

Los análisis se realizaron utilizando como referencia el tratamiento 7 (testigo químico), el cual presentó en las tres diferentes dosis evaluadas la mayor actividad insecticida, al promediar los más altos índices de mortalidad.

Utilizando este parámetro, se aplicó la fórmula de Abbot (1925), para someter a comparación la eficiencia de control de cada uno de los fitoinsecticidas evaluados

Los resultados obtenidos indican que los más eficientes fueron los tratamientos 1(Balsamino), 4(Hierba de limón) y 3(Citronela), con registros de 51.7%, 49.9% y 49.3% de eficiencia, respectivamente. Estas cifras, referidas cuando se utilizó la dosis doble, tanto del insecticida comercial, como de cada uno de los extractos vegetales evaluados.

De igual forma el análisis mostró la existencia de diferencias altamente significativas entre los períodos de tiempo (Tiempo letal 50), transcurrido entre las evaluaciones, indicando que efectivamente, la eficiencia de control de los extractos vegetales se incrementa a través del tiempo, ocurriendo los mayores niveles a las 36 horas después de aplicados los tratamientos, con un registro promedio de 54.9%. Las lecturas realizadas a las primeras 6 horas del estudio, arrojaron cifras de 37.3%, incrementándose a 41.1% a las doce horas y 48.8% a las 24 horas después de iniciado el estudio.

6.2. EFICIENCIA DE CONTROL : DOSIS NORMAL

De la misma forma que los resultados obtenidos cuando se aplicó la dosis doble, cuando se revisaron las cifras obtenidas al utilizar la dosis normal de los diferentes extractos evaluados, se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, así como también entre los períodos de tiempo que se tomaron como referencia en el experimento.

Las interacciones entre estas dos variables, no resultaron con diferencias estadísticas significativas.

Similar a lo ocurrido en las tres dosis evaluadas, el tratamiento 7(testigo químico), fue el que presentó los mayores índices de mortalidad, siendo utilizado como referencia para comparar la eficiencia de control de los extractos vegetales estudiados.

A esta dosis, los resultados obtenidos indicaron que la mayor eficiencia en el control de áfidos estuvo dada por el tratamiento 5(Paico), que presentó un 28.3% de eficiencia, además de los tratamientos 4(Hierba de limón) y 2(Anamú), con índices de 24.8% y 21.5%, respectivamente.

El menor índice correspondió al tratamiento 1(Balsamino) que presentó solamente un 13.4% de eficiencia, mostrando el tratamiento 3(Citronela), un comportamiento intermedio con un índice de 17.7%.

Los resultados obtenidos sugieren, que las diferencias existentes entre la dosis doble y las otras dos dosis estudiadas, referidas al orden de efectividad, puede estar dada por la presencia en mayor cantidad de sustancias con mayor actividad insecticida en los extractos de los tratamientos 1(Balsamino) y 3(Citronela), pero de una naturaleza inestable, siendo más susceptibles a degradarse al quedar expuestos a las condiciones ambientales, por lo que los tratamientos mencionados ocuparon los primeros lugares de eficiencia cuando se utilizó la dosis doble, variando su posición en el resto de las dosis evaluadas.

El análisis de los datos recopilados en los diferentes períodos de evaluación, indicó una progresión positiva del poder insecticida de los extractos evaluados, a través del tiempo, registrándose el mayor nivel de eficiencia de todos los extractos al llegar a las 36 horas, momento en que el promedio general de eficiencia de control fue de 52.1%, habiéndose iniciado con un 6.5% de eficiencia, arrojado por las lecturas realizadas en las primeras 6 horas del estudio.

Es importante destacar, que con base a los datos obtenidos en estas evaluaciones, se puede inferir, que las dosis de productos utilizados en las aplicaciones realizadas con el objetivo de controlar plagas, en este caso específico la especie *Aphis craccivora* Koch, tienen un efecto que influye en la letalidad de las sustancias utilizadas, principalmente en las primeras horas después de las aplicaciones de los productos, dado que cuando se aplicó la dosis doble de los tratamientos, el índice de eficiencia de control fue de (37.3%) a las seis horas de iniciado el experimento, siendo sustancialmente mayor que el obtenido cuando se utilizó la dosis normal(6.5%), para el mismo período de tiempo.

6.3. EFICIENCIA DE CONTROL SUB-DOSIS

Las evaluaciones realizadas con la utilización de la mitad de la dosis normal para los productos estudiados, mostraron la existencia de diferencias altamente significativas entre los extractos vegetales evaluados, así como también entre los períodos de tiempo en que fueron realizadas las evaluaciones.

Similar a los resultados obtenidos en las otras dosis experimentadas, el tratamiento 7(testigo químico), fue el que presentó los índices más altos de mortalidad de los insectos, de forma incremental, en el transcurso del estudio

Para esta dosis, el mayor promedio de eficiencia de control, lo presentó el tratamiento 4(Hierba de limón), con un índice de eficiencia de 29.4%, ocupando las posiciones más cercanas, los tratamientos 1(Balsamino) y 5(Paico), con lecturas de 17.1% y 17% respectivamente.

Los **tratamientos** 2(Anamú) y 3(Citronela), fueron los que presentaron la menor eficiencia insecticida a esta dosis, al promediar índices de 14.7% y 13.6%, en su orden.

La eficiencia de control a través del tiempo, presentó un comportamiento similar al registrado en las otras dosis evaluadas, al mostrar un incremento con diferencias altamente significativas entre los períodos de evaluación.

La máxima eficiencia se registró a las 36 horas de evaluación, con un índice promedio para este período de 24.8%. Para esta dosis, el índice promedio de eficiencia registrado en la evaluación realizada a las 6 horas, fue de 10.4%, incrementándose posteriormente a 14%, obtenido a las 12 horas y de 19.3%, cuando se arribó a las 24 horas de iniciado el estudio.

6.4. ANALISIS COMBINADO DE EFICIENCIA DE CONTROL

Con la finalidad de obtener el mayor beneficio de la información, se realizó un análisis combinado de la eficiencia insecticida de las tres dosis evaluadas, considerando las diferentes interacciones que se generan en este proceso, y

sometiéndola a las herramientas estadísticas, que reflejaran su comportamiento, y sus efectos sobre los insectos a controlar, a través del tiempo

El modelo estadístico utilizado para este análisis es de la forma siguiente

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + (B \times P)_{ij} + H_k + (P \times H)_{jk} + (B \times P \times H)_{ijk} + D_l + (P \times D)_{jl} + (H \times D)_{kl} + (P \times H \times D)_{jkl} + e_{ijkl}$$

En donde.

Y_{ijkl} = Variable dependiente

μ = Media general

B_i = Efecto del i-esimo bloque

P_j = Efecto del j-esimo producto

H_k = Efecto de k-esima horas

D_l = Efecto de la l-esima dosis

e_{ijkl} = Error experimental

El modelo utilizado considera todas las interacciones que se presentan entre las diferentes variables evaluadas en el estudio realizado.

Los resultados obtenidos, mostraron claramente la existencia de diferencias altamente significativas entre los períodos de evaluación (H), los cuales fueron fijados durante la planificación del estudio, tomando en cuenta la naturaleza generalmente inestable de ciertas fracciones que forman parte de las sustancias evaluadas, como lo son algunos aceites esenciales.

Se consideró adecuado para los fines del estudio, el establecimiento de los períodos de tiempo que permitieran observar la actividad de las sustancias evaluadas sobre el comportamiento de los insectos, tomando en cuenta, que

esta variación se debiera al efecto de las sustancias aplicadas y no a otros factores no considerados en el estudio, por lo que el período de tiempo establecido para iniciar las evaluaciones fue a las 6 horas, pasando por dos evaluaciones intermedias a las 12 y 24 horas, finalizando el ensayo a las 36 horas, resultando apropiado para los fines de evaluación

Cuadro No. 10. ANALISIS COMBINADO. INDICES DE EFICIENCIA DE CONTROL DE AFIDOS *Aphis craccivora* Koch, CORRELACIONANDO LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS Y LOS PERÍODOS DE EVALUACION

Media general	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
28.4 a					
27.5 a	1-Balsamino	18.8	23.0	29.0	44.4
25.6 a	2- Anamú	14.7	18.3	33.9	36.4
27.1 a	3- Citronela	19.1	21.4	32.2	37.3
34.8 b	4-Hierba de limón	24.6	26.5	41.6	48.6
27.7 a	5- Paico	17.5	20.0	32.8	40.4
28.0 a	6- Testigo agua	12.8	26.1	33.2	44.1
Media		17.7 d	22.3 c	33.9 b	41.9 a

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Según los resultados obtenidos en el análisis combinado, la mayor eficiencia de control se registró a las 36 horas con un promedio combinado de 41.9%.

El promedio combinado de eficiencia al abordar la primera evaluación, a las 6 horas de iniciado el estudio, se fijó en 17.7%, incrementándose a 22.4% a las 12 horas y nuevamente se incrementó a 33.9%, cuando se alcanzaron las 24 horas.

Este comportamiento confirma las cifras registradas en los análisis individuales realizados a cada una de las dosis, que reflejaban un comportamiento incremental de la eficiencia en el tiempo.

El comportamiento de las dosis evaluadas (D), presentó igualmente diferencias altamente significativas en el análisis combinado, corroborando los resultados obtenidos en los análisis individuales, ubicando a la dosis doble con el mayor grado de eficiencia con un índice de 45.5%, bajando a 22.4% en la dosis normal y 16.9% cuando se utilizó la subdosis. (Cuadro N° 11)

Cuadro No. 11. ANALISIS COMBINADO. INDICES DE EFICIENCIA DE CONTROL DE AFIDOS *Aphis craccivora* Koch, CORRELACION ENTRE LOS TRATAMIENTOS Y LAS DOSIS EVALUADAS

Media general	Tratamientos	Dosis evaluadas		
		Doble	Normal	Subdosis
28.4 a				
27.5 a	1-Balsamino	51.7	13.4	17.1
25.6 a	2- Anamú	40.1	21.5	14.7
27.1 a	3- Citronela	49.3	17.7	13.6
34.7 b	4-Hierba de limón	49.9	24.7	29.4
27.7 a	5- Paico	37.3	28.3	17.0
28.0 a	6- Testigo agua	45.0	28.6	9.5
Media		45.5 a	22.4 b	16.9 c

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Este comportamiento indica que, tal como lo demuestran los datos obtenidos en el presente estudio, la eficiencia de control de este tipo de producto aumenta con su concentración. Este fenómeno se puede explicar principalmente, por la existencia de una mayor cantidad de principios activos en los extractos, que

actúan de manera más agresiva sobre los insectos, principalmente en las primeras horas después de la aplicación.

Los datos obtenidos en el análisis combinado del comportamiento de los extractos estudiados (P), indican que el tratamiento que presentó la mayor eficiencia para el control de áfidos, cuando se realizó el análisis integral de su comportamiento, fue el tratamiento 4(Hierba de limón), con un índice promedio combinado de 34.7%, superando por un margen de siete puntos porcentuales, al tratamiento 5(Paico) con 27.7%, que ocupó la segunda posición de eficiencia, seguido muy de cerca por el tratamiento 1(Balsamino), con un índice de 27.5%.

Los tratamientos 2 (Anamú) y 3 (Citronela), con Índices de eficiencia de 25.6% y 27.1%, fueron los que mostraron la menor actividad insecticida, contra la especie *Aphis craccivora* Koch.

**Cuadro N° 12 ANALISIS COMBINADO DE EFICIENCIA INSECTICIDA
DE CINCO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL
DE *Aphis craccivora* Koch.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Desviación estándar	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad > F
B	24	156541.6087	6522 56770	10.38	0.0001**
H	3	148434.4768	49478.1589	78.74	0.0001**
B*H	72	72089.5949	1001.2443	1.59	0.0014**
D	2	274597.3396	137298.6698	218 50	0.0001**
D*H*B	188	910973 2577	4845 6024	7.71	0.0001**
T	5	15241.7318	3048.3463	4.85	0.0002**
T*H	15	9533.7836	635.5855	1.01	0. 4399 ^{ns}
D*H	6	31896.8119	5316.1353	8.46	0 0001**
D*T	10	41677.4669	4167 7466	6 63	0.0001**

** = Diferencias altamente significativas * = Diferencias significativas, ns = diferencias no significativas

7. EFECTO DE REPELENCIA

Otro de los efectos de los productos evaluados, observado sobre los insectos, es el de repelencia, que se identifica, como la acción de una sustancia semioquímica con un efecto desfavorable sobre los insectos, evitando su instalación, desarrollo y multiplicación sobre un hospedero que contenga estas sustancias de forma natural o artificial.

Para los efectos de esta investigación, se tomó como criterio del efecto de repelencia, el número de insectos alejados del sustrato impregnado con los extractos evaluados, en este caso las vainas inmaduras de frijol, a través del tiempo, sometiendo a comparación las tres dosis que fueron probadas para el resto de las variables evaluadas.

Las evaluaciones realizadas comprendieron lecturas a las 6, 12, 24 y 36 horas después de la aplicación, para lo que se utilizaron formatos definidos durante la planificación del experimento.

En cada periodo de evaluación, se contaron los individuos que se encontraban alejados del sustrato tratado, asumiendo que este efecto, fuera provocado por la presencia de las sustancias activas presentes en los extractos vegetales sometidos a estudio.

Las evaluaciones fueron realizadas para cada una de las tres dosis probadas, para identificar el impacto de la concentración de las sustancias en el sustrato, en el comportamiento de los insectos.

En el siguiente análisis se presentan las observaciones realizadas del comportamiento de los insectos ante la presencia de las diferentes dosis de los extractos.

7.1. EFECTO DE REPELENCIA: DOSIS DOBLE

Para esta evaluación se utilizó el doble de la dosis que utilizan los productores cuando aplican este tipo de producto. Tal como fuera señalado en otra sección de este documento, los productores generalmente utilizan unas 2 libras de material fresco, el cual es triturado y colocado en maceración por periodos de tiempo que varían de 24 a 48 horas, después del cual la solución es filtrada y aplicada según las diluciones que el productor considera conveniente utilizar, dado que actualmente no existen referencias científicas que indiquen las diluciones que resultan con mayor efectividad para los objetivos de los productores.

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los periodos de evaluación, que fueron similares para todas las variables evaluadas en este trabajo, consistiendo en una primera lectura realizada a las 6 horas después de la aplicación de los tratamientos, con dos lecturas intermedias a las 12 y 24 horas, y una lectura final a las 36 horas de iniciado el ensayo.

De igual forma, se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, no mostrando efectos estadísticos significativos cuando se correlacionaron los periodos de evaluación y los tratamientos en estudio.

El análisis de la información recogida, cuando se utilizó la dosis doble de los extractos estudiados, evidenció claramente, un decrecimiento del potencial de repelencia de los extractos vegetales, a través del tiempo.

El efecto de repelencia fue mayor al momento de realizar las evaluaciones correspondientes a las primeras 6 horas, con un promedio de 2.5 insectos repelidos, reduciéndose a 2.0 insectos a las 12 horas después de aplicados los tratamientos, 1.2 a las 24 horas y solamente se registraron 0.7 insectos alejados del sustrato tratado, al llegar a las 36 horas de evaluación.

Este comportamiento es un indicativo, de que la persistencia de los principios activos que ejercen un efecto de repelencia, pierden su actividad al estar expuestas a las condiciones de luz, temperatura y evapotranspiración, disminuyendo rápidamente su efecto sobre los insectos, como lo evidencian las lecturas logradas en los diferentes periodos de evaluación.

Los pruebas realizadas incluyeron los dos testigos, el tratamiento 7 (insecticida químico) y el tratamiento 6 (agua), para observar claramente el comportamiento de los insectos ante la presencia de distintos productos, uno con un poder comprobado de letalidad, como lo es el insecticida químico, y otro con una sustancia totalmente inocua, como lo es el agua.

Para esta dosis, los tratamientos que presentaron un efecto de repelencia más marcado fueron los tratamientos 4 (Hierba de limón), 5 (Paico) y 1 (Balsamino), con lecturas promedio de 1.9, 1.7 y 1.7 insectos repelidos del sustrato, respectivamente.

Es importante señalar que los tratamientos 2(Anamu) y 3(Citronela), con promedios de 1.6 y 1.5 insectos repelidos, no difirieron estadísticamente entre sí, además de haber mostrado el efecto de repelencia más pobre, en las evaluaciones realizadas.

Según la información presentada en el cuadro No 13, en las evaluaciones realizadas a las primeras 6 horas de iniciado el ensayo, el tratamiento 2(Anamu), cuyo extracto presenta un olor bastante penetrante, registró el promedio de repelencia más alto, coincidiendo con reportes de otros investigadores, que las sustancias que tienen mal olor o efecto irritante, resultan efectivas como repelentes (Silva, G., 2002). Sin embargo, este mismo tratamiento mostró valores inferiores al resto de los extractos evaluados, a partir de las 12 horas, manteniendo este comportamiento hasta la finalización del ensayo. Este comportamiento, puede ser un indicativo de que las sustancias que le imparten la propiedad de repelencia a esta planta en particular, reducen su efectividad en este período de tiempo, considerando que por las propiedades químicas de algunas de las sustancias presentes, presenten un mayor grado de volatilidad.

Por otro lado, el tratamiento 5(Paico), que presenta de igual forma, un olor fuerte y penetrante, presentó la tercera posición en efectividad de repelencia a las primeras 6 horas de evaluación (2.6), posición que mantuvo a lo largo de todas las evaluaciones, compartiendo con el tratamiento 1(Balsamino), el promedio de repelencia más alto (1.0 insectos repelidos) a las 36 horas después de la aplicación.

Cuadro No. 13. PROMEDIO DE REPELENCIA DE AFIDOS *Aphis Craccivora* Koch, POR LA APLICACION DE UNA DOSIS DOBLE DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES.

Media general	Tratamiento	Periodos de evaluación			
		6	12	24	36
1.6					
1.7 b	1-Balsamino	2.2	2.3	1.5	1.0
1.6 b	2- Anamú	3.0	1.7	1.2	0.7
1.5 b	3- Citronela	2.5	1.6	1.3	0.8
1.9 ab	4-Hierba de limón	2.8	2.6	1.3	0.8
1.7 ab	5- Paico	2.6	2.1	1.3	1.0
2.2 a	6- Testigo agua	3.2	3.0	1.8	1.0
0.5 c	7- Testigo químico	1.4	0.6	0.1	0.00
Media		2.53 a	1.99 b	1.23 c	0.74 d

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Consideramos de importancia resaltar, que el comportamiento del tratamiento 6 (Testigo agua), no mostró los patrones que se esperaban, dado que este no contenía ninguna sustancia que pudiera interferir en el comportamiento normal de los insectos, resultando con lecturas de repelencia que sobrepasaron las obtenidas en los extractos sometidos a estudio, pudiéndose atribuir esta situación a un comportamiento exploratorio de los insectos por lo que se mantuvieron por más tiempo alejados de las vainas inmaduras de frijol utilizadas como sustratos en el testigo tratado con agua.

Con relación a este tema, hacemos referencia a algunas observaciones previas, en donde los áfidos, de la misma especie utilizada para las pruebas en el presente estudio, se posaron, alimentaron y multiplicaron sobre vainas

inmaduras de frijol, sin ningún tipo de tratamiento, por lo que se tomó la decisión de utilizar este tipo de sustrato para realizar las evaluaciones.

Según los resultados obtenidos, resulta evidente, que el poder de repelencia de los extractos vegetales evaluados, aplicados a una dosis doble, pierden efectividad posterior a las 24 horas después de la aplicación, cuando estas son realizadas para el control de áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch.

7.2. EFECTO DE REPELENCIA: DOSIS NORMAL

El estudio del comportamiento de los áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch, ante la presencia de cinco extractos vegetales aplicados a la dosis normal, empleada por los productores que hacen uso de este tipo de sustancias protectoras, mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, así como entre los períodos de evaluación.

Cuando se utilizó la dosis normal, el poder de repelencia de los extractos evaluados, se potenció a las 24 horas de iniciado el ensayo, con un promedio de 4.8 insectos repelidos del sustrato, bajando posteriormente a las 36 horas, a un promedio de 2.3 individuos repelidos

Las lecturas realizadas a las 6 horas de iniciado el ensayo indicaron un efecto de repelencia con un promedio de 3.3 insectos repelidos, reduciéndose a 2.3, al **cabo de las 12 horas**. El comportamiento de los insectos a las 12 y 36 horas de **evaluación**, no presentó diferencias, mostrando en ambos casos un promedio de 2.3 insectos repelidos del sustrato.

Cuadro No.14. PROMEDIO DE REPELENCIA DE AFIDOS *Aphis craccivora* Koch, POR LA APLICACION DE UNA DOSIS NORMAL DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES.

Media general	Tratamientos	Períodos de evaluación			
		6	12	24	36
3.2					
4.0 a	1-Balsamino	4.8	2.1	6.4	2.8
3.5 a	2- Anamú	3.2	2.8	5.9	2.3
3.4 a	3- Citronela	3.8	2.4	4.8	2.6
3.6 a	4-Hierba de limón	3.1	2.3	6.1	2.9
3.7 a	5- Paico	3.6	2.7	5.9	2.8
3.2 a	6- Testigo agua	3.0	2.7	4.3	2.8
1.0 b	7- Testigo químico	2.0	1.3	0.6	0.00
Media		3.3 b	2.3 c	4.8 a	2.3 c

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Con base a los resultados registrados, consideramos la existencia de un efecto alterno fuera del nuestro control, sobre el comportamiento de los insectos al momento de realizar las lecturas a las 24 horas de evaluación, resultando altas (promedio de 4.8 insectos alejados del sustrato), cayendo nuevamente a las 36 horas, a los niveles similares a los alcanzados en las lecturas realizadas a las 12 horas (2.3 insectos repelidos). Con relación a este tema, es posible que la alteración de un factor dentro de las cámaras de evaluación, en este caso los platos Petri, provocaran la volatilización de algunas de las sustancias presentes en los extractos, provocando una reacción de respuesta de tipo locomotriz en los insectos, tendiendo a movilizarse lejos del sustrato

Las comparaciones realizadas, entre los extractos evaluados, registraron un promedio general de 3.2 insectos repelidos, ocupando la primera posición el tratamiento 1(Balsamino), con un promedio de 4.0, seguido con un comportamiento bastante estable, del tratamiento 5(Paico), promediando 3.7 insectos repelidos, manteniéndose en la última posición el Tratamiento 3 (Citronela), con lecturas promedio de 3.4 insectos fuera el sustrato.

Las lecturas realizadas a las 6 horas de iniciado el ensayo, mostraron un mayor nivel de repelencia en el tratamiento 1 (Balsamino), con un promedio de 4.8 insectos alejados del sustrato, ocupando las siguientes posiciones, los tratamientos 3 (Citronela) y 5 (Paico), con lecturas de 3.8 y 3.6 insectos repelidos, respectivamente. Para este período, el tratamiento 4 (Hierba de limón), ocupó la última posición con un promedio de 3.1 insectos fuera del sustrato.

Sin embargo, en las lecturas realizadas a las 12 horas, ninguno de los tratamientos superó el promedio general del ensayo, resultando los tratamientos 2(Anamu), 5(Paico) y 3(Citronela), con promedios de 2.8, 2.7 y 2.4, insectos repelidos, con los valores más altos

Los datos obtenidos durante las lecturas realizadas a las 36 horas, mostraron un comportamiento similar al registrado a las 12 horas de evaluación, con un promedio de 2.3 insectos repelidos, en ambos casos.

En las evaluaciones realizadas a las 36 horas, las primeras posiciones fueron ocupadas por los tratamientos 4(Hierba de limón), 1(Balsamino) y 5(Paico), con

registros promedio de 2.9, 2.8 y 2.8, insectos alejados del sustrato, respectivamente

Con la información generada al utilizar la dosis normal de los extractos vegetales, se confirma, que el efecto de repelencia de los extractos vegetales evaluados para el control de la especie *Aphis craccivora* Koch, se ve reducido a través del tiempo, en este caso, al término de las primeras 36 horas después de aplicados los tratamientos

Se evidencia de igual manera, que a las 6 horas de aplicación de los tratamientos, se observó un marcado efecto de repelencia en el comportamiento de los insectos que fueron expuestos a las sustancias en estudio.

Debe de tomarse en cuenta que, el ó los, principios activos presentes en los extractos, pueden estar presentes en cantidades muy pequeñas además de ser inestables, lo que puede reducir su eficacia en un corto tiempo.

7.3. EFECTO DE REPELENCIA: SUBDOSIS

Los efectos de repelencia también fueron medidos utilizando la mitad de la dosis normal que utilizan los productores. Esta evaluación se realizó con el objetivo de determinar el potencial de repelencia que presenta cada uno de los extractos vegetales estudiados, utilizando cantidades menores de sustancias activas.

Los resultados obtenidos durante la evaluación de esta dosis, reflejaron la existencia de diferencias altamente significativas entre los períodos de

evaluación, y entre los tratamientos evaluados, no así, la interacción entre estos dos factores

Con relación al efecto de repelencia a través del tiempo, el comportamiento de los extractos a esta dosis, fue similar al obtenido en las otras dosis evaluadas, indicando que el potencial de repelencia de los productos se reduce con el pasar de las horas, siendo mayor la efectividad durante las primeras horas después de la aplicación, reduciéndose sustancialmente al término de las 36 horas, período en que se realizó la última lectura

Al aplicar una subdosis, los promedios de repelencia fueron más altos al momento de realizar las evaluaciones a las primeras 6 horas de iniciado el ensayo, con un promedio general de 4.5 insectos repelidos del sustrato, reduciéndose esta cifra al alcanzar las 12 horas, cuando se promedió un total de 3.6 insectos alejados; posteriormente, en las lecturas correspondientes a las 24 horas de iniciado el experimento, las cifras registradas bajaron a 3.3. Las lecturas obtenidas a las 36 horas, último período de evaluación, reflejaron diferencias significativas con relación a los períodos anteriores, marcando un promedio general de 2.5 insectos alejados del sustrato.

Los extractos sometidos a evaluación, no presentaron diferencias **significativas** entre sí, con relación al número de insectos repelidos; sin embargo, las diferencias fueron altamente significativas entre los extractos en estudio y el tratamiento testigo (insecticida químico), el cual mostró un promedio de 2.3 insectos repelidos.

Cuadro No. 15. PROMEDIO DE REPELENCIA DE *Aphis craccivora* Koch, POR LA APLICACIÓN DE UNA SUB-DOSIS DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES.

Media general	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
3.5					
3.1 a	1-Balsamino	3.7	3.2	3.6	2.1
3.7 a	2- Anamú	5.2	4.0	3.1	2.4
3.7 a	3- Citronela	4.6	3.7	3.4	3.3
3.9 a	4-Hierba de limón	4.4	4.0	4.0	3.1
3.7 a	5- Paico	4.7	3.4	3.4	3.3
3.9 a	6- Testigo agua	4.1	4.0	4.3	3.1
2.3 b	7- Testigo químico	4.6	2.9	1.6	0.2
Media		4.5 a	3.6 b	3.3 b	2.5 c

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Para esta dosis, el tratamiento que exhibió el mayor potencial de repelencia fue el tratamiento 4(Hierba de limón), con un promedio de 3.9 insectos repelidos, seguido de los tratamientos 3(Citronela), 5(Paico) y 2(Anamu), en su orden, que presentaron promedios de repelencia de 3.7 insectos repelidos en todos los casos, con mínimas variaciones. El tratamiento 1(Balsamino), con un promedio de 3.1 insectos alejados del sustrato, fue el que mostró el efecto más disminuido, en cuanto a repelencia de insectos se refiere.

Según las cifras presentadas en el cuadro No 15, los resultados obtenidos en la primera evaluación, a las 6 horas después de realizadas las aplicaciones, el tratamiento 2(Anamú) con un promedio de 5.2 insectos repelidos, fue el que ocupó la primera posición, sobresaliendo también los tratamientos 5(Paico) con promedio de 4.7, y 3(Citronela) con 4.6 insectos alejados del sustrato. Es

importante resaltar, que en este primer período de evaluación, los promedios alcanzados por todos los extractos en estudio, superaron el promedio general del ensayo, fijado en 3.5 insectos repelidos.

Para las lecturas realizadas a las 12 horas, los promedios presentados por los extractos estudiados, presentaron una reducción, pasando a ocupar la primera posición los tratamientos 2(Anamú) y 4(Hierba de limón), con un promedio de 4.0 insectos repelidos en ambos casos. El tratamiento 1(Balsamino), con un promedio de 3.2 insectos alejados del sustrato, nuevamente ocupó la última posición en este período de evaluación.

En las lecturas realizadas al alcanzar las 24 horas del experimento, las cifras no presentaron variaciones tan evidentes, particularmente con el tratamiento 4(Hierba de limón), que con un promedio de 4.0 individuos repelidos, se mantuvo en el liderazgo del grupo de extractos estudiados

De acuerdo a las observaciones realizadas, el potencial de repelencia que presentan los extractos estudiados, específicamente con la especie *Aphis craccivora* Koch, se reduce drásticamente entre las 24 y las 36 horas después de la aplicación, tal como lo evidencian los datos presentados en el cuadro No 15.

Durante el último período de evaluación, los tratamientos 3(Citronela), 5(Paico) y 4(Hierba de limón), se mantuvieron en las primeras posiciones con promedios de 3.3, 3.3 y 3.1 insectos repelidos, respectivamente.

Según la información reflejada en el cuadro No 15, el tratamiento 2(Anamú), presenta un potencial de repelencia alto, durante las primeras 12 horas, período

después del cual, la actividad de este extracto empieza a reducirse rápidamente, hasta llegar a las 36 horas, momento en el cual su potencial de repelencia es sumamente reducido

8. EFECTO DE INOCUIDAD

La presencia de sustancias semioquímicas, de manera natural en algunas plantas, ó aplicadas de manera artificial, pueden provocar efectos diversos en el comportamiento de los insectos.

En algunos casos, la presencia de una sustancia puede resultar mortal o provocar repelencia para algunas especies de insectos, pero a su vez puede darse un comportamiento de atracción para otras, o actuar como un inductor para la alimentación o multiplicación de otras especies, por lo que en esta investigación, se trató de identificar los efectos principales de las sustancias presentes en los extractos sometidos a estudio, con la finalidad de sistematizar la respuesta de los áfidos de la especie *Aphis craccivora* Koch, ante la presencia de las sustancias presentes en los extractos de las plantas estudiadas

Ya anteriormente se ha analizado el potencial insecticida y de repelencia de los extractos vegetales sometidos a estudio, por lo que en adelante se analizará la inocuidad de los extractos evaluados, basados en el comportamiento de los insectos, ante la presencia de los sustratos tratados con los extractos en estudio

Para esta variable se tomo como criterio de evaluación el número de individuos posados, alimentándose, al igual que la multiplicación de los individuos con la madurez fisiológica para esta función, sobre los sustratos, en

este caso específico, sobre las vainas inmaduras de frijol que fueron tratadas con los extractos de las plantas estudiadas

8.1. EFECTO DE INOCUIDAD: DOSIS DOBLE

Para esta variable, los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas, mostraron diferencias altamente significativas al 5% de probabilidad entre los extractos estudiados, y entre los periodos de evaluación, que fueron similares a los aplicados para el resto de las variables evaluadas.

El comportamiento observado en los insectos para esta variable, mostró un número creciente de insectos posados sobre el sustrato, a través del tiempo. El promedio inicial, registrado a las 6 horas de iniciado el ensayo, fue de 3.5 individuos, incrementándose a 4.0 insectos a las 12 horas, periodo después del cual se dio un incremento sustancial de insectos posados sobre el sustrato, alcanzando los 5.6 individuos, a las 24 horas, y el promedio más alto a las 36 horas con 6.1 insectos

El análisis del comportamiento de los insectos ante la presencia de los distintos extractos estudiados y los dos testigos incluidos, mostró que al cabo de las 36 horas que duraron las evaluaciones, se registraron diferencias altamente significativas al 5% de probabilidad, entre los promedios generales del tratamiento 6(testigo agua), con un promedio de 8.6 insectos, y en el extremo opuesto, el tratamiento 7(testigo químico) con promedio de 0.01, el cual mostró desde un inicio el menor número de insectos posados sobre el sustrato tratado, estimándose que este fenómeno se debió al alto poder de letalidad del producto

utilizado. El grupo formado por todos los extractos vegetales evaluados, no mostraron diferencias estadísticas entre si

Los promedios más altos de insectos posados sobre el sustrato, se registraron en los tratamientos 5(Paico) y 3(Citronela), con 6.2 y 5.4 insectos respectivamente

La información presentada en el cuadro No 16, permite observar que en el tratamiento 7(testigo químico), prácticamente no se observaron individuos posados sobre el sustrato en ninguno de los periodos de evaluación, estimándose que, los insectos, luego de posarse sobre el sustrato tratado murieron a partir de las primeras evaluaciones, dado el poder de letalidad del producto químico utilizado

Cuadro No. 16. PROMEDIO DE *Aphis craccivora* Koch, POSADOS SOBRE SUSTRATOS TRATADOS CON UNA DOSIS DOBLE DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES.

Media general	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
4.8					
4.9 b	1-Balsamino	4.2	4.0	5.7	5.7
4.0 b	2- Anamú	3.7	3.7	4.0	4.4
5.4 b	3- Citronela	3.7	5.3	5.9	6.8
4.7 b	4-Hierba de limón	3.9	4.1	5.4	5.4
6.2 b	5- Paico	5.3	5.0	6.6	8.1
8.6 a	6- Testigo agua	4.0	6.1	11.9	12.4
0.01 c	7- Testigo químico	0.04	0.00	0.00	0.00
Media		3.5 c	4.0 bc	5.6 ab	6.1 a

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre si

En el tratamiento 6(Testigo agua), se observó el fenómeno que a partir de las 24 horas de iniciadas las evaluaciones, los individuos que presentaban madurez fisiológica para iniciar la etapa reproductiva, lo hicieron, reflejándose en un número final de insectos, mayor a la población inicial utilizada para el ensayo.

De los extractos evaluados, el tratamiento 5(Paico), fue el que mostró la mayor preferencia por parte de los insectos, ya que en todos los períodos de evaluación, ocupó la primera posición con el mayor promedio de insectos posados sobre el sustrato, finalizando a las 36 horas, con 8.1 individuos posados, seguido del tratamiento 3(Citronela), con un promedio de 6.8 insectos posados, al cabo del mismo período de tiempo.

Por otro lado, los promedios generales obtenidos para los tratamientos 2(Anamú), 4(Hierba de limón) y 1(Balsamino), con 4.0, 4.7 y 4.9 insectos posados sobre el sustrato, en su orden, fueron los que mantuvieron las poblaciones más bajas a través de todo el estudio, pudiéndose atribuir este fenómeno, a la presencia de sustancias activas en los extractos señalados, las cuales impedían la posibilidad de permanencia de los insectos sobre el sustrato tratado.

El análisis de correlación de Pearson, aplicado a los datos recopilados en esta experiencia, mostró una correlación significativa directa, entre los períodos de evaluación y el número de insectos posados sobre el sustrato, mostrando que por cada hora transcurrida, se contabilizaba un crecimiento de 0.11 insectos posados sobre el sustrato.

8.2. EFECTO DE INOCUIDAD : DOSIS NORMAL

Se observó el comportamiento de los áfidos, ante la presencia de los cinco extractos vegetales estudiados, a la dosis normal, la cual generalmente aplican los agricultores cuando utilizan este tipo de productos para el control de plagas en sistemas de cultivo orgánicos o ecológicos.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones, mostraron la existencia de diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad, entre los períodos de evaluación, así como entre los extractos vegetales estudiados, resultando significativa de igual manera, la interacción entre los períodos de evaluación y los tratamientos evaluados.

El comportamiento de los insectos a esta dosis, se mostró de forma atípica, dado que los promedios más altos de áfidos posados sobre el sustrato tratado, se alcanzaron a las 12 horas después de la aplicación de los tratamientos, con un promedio de 6.2 insectos posados sobre el sustrato, disminuyendo el número de insectos a las 24 horas de iniciado el experimento a un promedio de 2.1 individuos, y nuevamente, para las 36 horas, se incrementó a la cifra de 4.3 insectos.

Las diferencias estadísticas registradas, se presentaron principalmente entre los extractos evaluados, incluyendo los dos testigos, el tratamiento 6(testigo agua) y el tratamiento 7 (testigo químico), este último mostrando una total ausencia de insectos posados sobre el sustrato tratado con este producto.

Cuadro No. 17. PROMEDIO DE *Aphis craccivora* Koch, POSADOS SOBRE SUSTRATOS TRATADOS CON UNA DOSIS NORMAL DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES.

Media general	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
4.5					
5.6 a	1-Balsamino	4.9	7.0	3.5	7.0
4.4 a	2- Anamú	5.7	7.5	1.6	2.9
5.1 a	3- Citronela	5.4	6.9	2.8	5.4
5.8 a	4-Hierba de limón	9.9	7.9	1.4	4.2
5.5 a	5- Paico	6.8	7.2	2.2	5.9
5.5 a	6- Testigo agua	6.4	7.0	3.4	5.1
0.0 b	7- Testigo químico	0.0	0.0	0.0	0.0
Media		5.6 a	6.2 a	2.1 c	4.3 b

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Según las lecturas realizadas a las 6 horas de aplicados los tratamientos, el comportamiento de los insectos con relación a la presencia de sustancias extrañas en el sustrato, presentó variaciones entre los tratamientos, sobresaliendo el tratamiento No 4(Hierba de limón), el cual presentó un promedio de 9.9 insectos posados sobre el sustrato, superando inclusive al tratamiento 6(testigo agua), el cual no contenía ningún tipo de sustancia añadida de manera artificial

Para este periodo de evaluación, fue el tratamiento No 1(Balsamino), el que mostró la menor cantidad de insectos posados sobre el sustrato, con un promedio de 4.9 individuos, siguiéndole con un comportamiento similar los tratamientos 3(Citronela) y 2(Anamú), con promedios de 5.4 y 5.7 individuos, respectivamente.

Para esta etapa de evaluación, el tratamiento 7(testigo químico) no presentó ningún insecto posado sobre el sustrato, situación similar para el resto del ensayo.

Para la segunda evaluación del ensayo, ocurrida a las 12 horas, en general, se observó un incremento en el promedio de individuos posados sobre el sustrato, correspondiendo nuevamente al tratamiento 4(Hierba de limón), ocupar la primera posición con 7.9 insectos posados

El análisis de los resultados obtenidos durante la tercera evaluación, a las 24 horas, mostró un comportamiento atípico con relación a las cifras obtenidas durante las evaluaciones preliminares, presentándose de manera generalizada en todos los tratamientos, una reducción sustancial en el número de insectos posados sobre el sustrato, atribuyéndosele esta situación a un posible incremento en la temperatura en el área del invernadero donde se desarrolló el ensayo y por supuesto dentro del plato Petri, utilizado para contener tanto el sustrato, como los áfidos depositados para las evaluaciones. En este momento del ensayo se registró una temperatura, de 40 ° C, dentro de los platos Petri, lo que pudo haber ocasionado la excitación de los insectos y el momentáneo alejamiento del sustrato.

8.3. EFECTO DE INOCUIDAD : SUB - DOSIS

La evaluación de los resultados obtenidos sobre el comportamiento de los insectos ante la presencia de las sustancias activas contenidas en los extractos vegetales estudiados, en el caso particular del presente estudio, la especie *Aphis craccivora* Koch, mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre

los extractos evaluados, no así entre los períodos de evaluación, ni en la interacción entre estas variables, registrando un promedio general de insectos posados, de 5.1 individuos.

A través de los análisis realizados, se identificó que el mayor número de insectos se posaron sobre el sustrato tratado, a las 24 horas después de iniciado el experimento, contabilizando un promedio de 5.5 insectos.

El promedio registrado en las evaluaciones hechas a la finalización del ensayo, a las 36 horas, fue el más bajo del ensayo, con total de 4.7 insectos, incluso el registro al inicio del experimento, a las 6 horas, fue superior, con un total de 4.9 individuos.

Los registros obtenidos al comparar el comportamiento de los insectos ante la presencia de los extractos en estudio y los dos testigos utilizados, mostraron que el tratamiento 7 (Testigo químico), fue el de menor registro, con un promedio de 0.7 insectos, atribuyéndose este comportamiento a la letalidad del insecticida, lo que indujo principalmente la mortalidad de los insectos que en un primer momento se acercaron al sustrato tratado.

Por otro lado, el tratamiento 2 (Anamú) y el tratamiento 8 (Testigo agua), no presentaron diferencias entre sí, reportando un promedio de 8.2 y 7.7 insectos posados sobre el sustrato, respectivamente, indicando un pobre efecto sobre los insectos, o la atracción de los mismos, producto de las sustancias activas presentes en el extracto mencionado.

Los datos recopilados indicaron la formación de un segundo grupo de preferencia de los insectos compuesto por los tratamientos 3(Citronela), 5(Paico) y 4(Hierba de limón), con promedios generales de 5.8, 5.6 y 4.3 individuos posados, respectivamente

Entre los extractos vegetales estudiados, cuando se aplicó la mitad de la dosis normalmente utilizada por los productores, el tratamiento 1(Balsamino), fue el que mostró la menor preferencia de los insectos, marcando un promedio de solamente 3.4 insectos posados, al término de las 36 horas.

Cuadro No. 18. PROMEDIO DE *Aphis craccivora* Koch, POSADOS SOBRE SUSTRATOS TRATADOS CON UNA SUB-DOSIS DE EXTRACTOS DE CINCO ESPECIES VEGETALES.

Media general 5.1	Tratamientos	Horas de evaluación			
		6	12	24	36
3.4 c	1-Balsamino	4.9	4.2	2.6	1.8
8.2 a	2- Anamú	6.5	7.7	9.8	9.0
5.8 b	3- Citronela	4.9	5.4	7.2	5.6
4.3 bc	4-Hierba de limón	5.1	5.6	3.8	2.6
5.6 b	5- Paico	4.8	6.2	6.2	5.2
7.7 a	6- Testigo agua	6.8	7.6	8.5	8.1
0.7 d	7- Testigo químico	1.3	0.7	0.8	0.1
Media		4.9a	5.3 a	5.5 a	4.6 a

Tratamientos precedidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticas entre sí

Según los datos presentados en el cuadro No 18, no se observaron diferencias significativas entre los períodos de evaluación, en cuanto al número de insectos posados sobre el sustrato, siendo mínima la variación entre los períodos de evaluación, sin embargo, fue evidentemente más marcada la no

preferencia de los insectos por el sustrato tratado en los tratamientos 1(Balsamino) y 4(Hierba de limón), en los que se observó a partir de la primeras 24 horas de iniciado el ensayo, un menor número de insectos posados sobre el sustrato, finalizando a las 36 horas con cifras de 1.8 y 2.6 insectos posados, respectivamente, sugiriendo la persistencia de algunas de las sustancias presentes en los extractos evaluados, las cuales hacen que los insectos eviten los sustratos tratados con esos productos.

CONCLUSIONES

La información generada en el presente trabajo, nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

1. Es posible utilizar racionalmente para beneficio del hombre, parte de la riqueza botánica existente en el país, para coadyuvar en el control de las plagas agrícolas y forestales, que afectan los diversos cultivos de interés comercial, a través de la elaboración de fitoinsecticidas con plantas nativas.
2. Es evidente la presencia de sustancias activas en los extractos de las plantas estudiadas, que tienen una acción insecticida sobre la especie *Aphis craccivora* Koch, que puede permitir incorporar las plantas identificadas con la mayor eficiencia de control, en programas de Manejo Integrado de Plagas, para el control de la especie de áfido utilizada en el presente estudio.
3. Se identificó un efecto insecticida de los extractos de las plantas estudiadas, a una dosis normal, con mayor promedio de efectividad de los extractos de Paico, Hierba de limón y Anamú, con 2.8, 2.6 y 2.3, insectos muertos, respectivamente, por la presencia de sustancias activas en estos extractos.
4. Se determinó, a través de los análisis realizados, que la acción insecticida ejercida por las sustancias presentes en los extractos, es acumulativa, a través del tiempo, incrementando su eficiencia, hasta el término de las 36 horas que duró la presente investigación

5. El análisis de la mortalidad por hora a la dosis normal, mostró un incremento a las 24 horas después de aplicados los tratamientos, cayendo posteriormente a las 36 horas.
6. El tratamiento 1 (Balsamino), mostró un incremento de la mortalidad por hora después de las 24 horas, a la dosis normal
7. El mayor poder de letalidad de los insecticidas de síntesis se concentra en las primeras 6 horas después de la aplicación.
8. La aplicación de una sub-dosis de los extractos evaluados, reduce drásticamente el poder insecticida, prácticamente al 50% de la dosis normal, manteniéndose los promedios de mortalidad por hora con una mínima variación a través de las 36 horas después de la aplicación de los tratamientos, siendo los de mayor actividad los tratamientos 4 (Hierba de Limón), 5 (Paico) y 1 (Balsamino), en su orden
9. La aplicación de una dosis doble de los extractos evaluados incrementa sustancialmente su poder de letalidad, superando ampliamente los promedios obtenidos con la dosis normal y la sub-dosis, siendo los más activos los tratamientos 1 (Balsamino), 4 (Hierba de limón) y 3 (Citronela).
10. Los promedios de mortalidad por hora, obtenidos con una dosis doble, son mayores durante las primeras seis horas, en los tratamientos 1 (Balsamino), 3 (Citronela) y 4 (Hierba de limón), en su orden, reduciéndose, drásticamente después de las 12 horas de la aplicación de los tratamientos.

11. Los índices de eficiencia insecticida obtenidos con la aplicación de la formula de Abbot, se incrementan a través del tiempo, observándose una eficiencia promedio de 18% a las seis horas, y de 42% a las 36 horas después de la aplicación de los fitoinsecticidas
12. La eficiencia insecticida de los extractos evaluados, es mayor de acuerdo a la dosis utilizada, presentando 45%, 22% y 17% de eficiencia, cuando se utilizan las dosis doble, normal y sub-dosis, respectivamente.
13. Se identificó a través de los análisis realizados en esta investigación, que la acción de repelencia ejercida por las sustancias activas presentes en los extractos evaluados, cuando se utiliza una dosis doble, es mayor durante las primeras seis horas con promedios de 2.5 insectos repelidos, reduciéndose rápidamente a partir de las primeras 24 horas después de la aplicación de los extractos, hasta llegar a 0.7 insectos repelidos a las 36 horas.
14. Los mayores niveles de repelencia a una dosis doble, la presentan los tratamientos 4 (Hierba de limón), 5 (Paico) y 1 (Balsamino), en su orden.
15. El poder de repelencia de los extractos evaluados, presenta un comportamiento similar cuando se utilizan las dosis normal y sub-dosis, siendo los de mayor efectividad los tratamientos 4 (Hierba de limón), 3 (Citronela) y 5 (Paico).

- 16 La temperatura, luz, y humedad relativa, ejercen una acción directa sobre el comportamiento de los insectos alterando su conducta ante la presencia de sustancias ajenas al medio en que estos se desenvuelven
17. La acción insecticida y de repelencia de los extractos evaluados, se reduce a través del tiempo, incrementándose el número de insectos posados o multiplicándose sobre el sustrato tratado con los extractos evaluados, en las diferentes dosis evaluadas
- 18 La orientación de los estudios realizados con extractos de plantas, esta enfocada principalmente a la rama médica y farmacéutica, por lo que se hace necesario, el desarrollo de mayor cantidad de información, en el ámbito agropecuario y forestal

RECOMENDACIONES

Con base a la información generada en el presente estudio, se recomienda lo siguiente.

- 1 Incluir las plantas que mostraron la mayor eficiencia insecticida y efecto de repelencia, en los planes de Manejo Integrado de Plagas, cuando se trate de la especie *Aphis craccivora* Koch, en los diferentes cultivos de interés comercial, y en los sistemas de producción de alimentos orgánicos.
2. Utilizar dosis al doble de las aplicadas por los productores, de los productos elaborados con las plantas estudiadas, para el control de áfidos, en los sistemas de producción con orientación ecológica, para obtener resultados satisfactorios en el manejo de la plaga.
- 3 Incrementar la frecuencia de la aplicaciones de los productos elaborados con las plantas evaluadas en el presente trabajo, por lo menos cada 36 horas, para obtener resultados satisfactorios en el manejo de la plaga.
4. Realizar estudios futuros, con la utilización de otras plantas nativas, para el manejo de otras plagas que atacan cultivos alimenticios, forestales, frutales, los denominados no tradicionales de exportación y ornamentales, de interés comercial, que se ven afectados por plagas de importancia económica.

LITERATURA CITADA

1. ALFARO, O.; ARAUZ, L. (2002). Evaluación de especies vegetales con efecto insecticida. Ollas Arriba, Capira, Panamá. Proyecto de Generación de Tecnología para la Producción de Hortalizas en el Sistema de Producción Orgánico, Informe Final. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá-FIAFOR, 2002.
2. ALFARO, O., GARCIA, T. (2002). Evaluación de especies vegetales con efecto insecticida. El Valle de Antón, Panamá. Proyecto de Generación de Tecnología para la Producción de Hortalizas en el Sistema de Producción Orgánico, Informe Final. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá-FIAFOR, 2002
3. ALFARO, O., ARAUZ, L. (2002). Evaluación de prácticas agronómicas para el Manejo Integrado de Plagas. Ollas Arriba, Capira, Panamá. Proyecto de Generación de Tecnología para la Producción de Hortalizas en el Sistema de Producción Orgánico, Informe Final. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá-FIAFOR, 2002.
4. ANÓNIMO. 1994. Diagnóstico sobre el estado de domesticación de plantas medicinales en Panamá Mayo, 1994
5. CARDONA, C.; FLOR, C.A.; MORALES, F.J.; CORRALES, P. (1982) Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina., 2ª ed Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, 1982
6. CHAGONDA, L.S.; MAKANDA, C.; CHALCHAT, J. (2000). Essential oils of cultivated *Cymbopogon winterianus* (Jowitt) and of *C. citratus* (DC) (Stapf) from Zimbabwe. Department of Pharmacy, University of Zimbabwe, Harare, Zimbabwe. *Journal of Essential Oil Research* (2000), 12(4), 478-480.
7. CHISOWA, E. H.; HALL, D. R.; FARMAN, D.I. (1998). Volatile constituents of the essential oil of *Cymbopogon citratus* Stapf, grown in Zambia. *Tree Improvement Res. Cent., Natl. Council Sci. Res., Kitwe, Zambia. Flavour and Fragrance Journal* (1998), 13(1), 29-30. CAPLUS
8. CHUNGSAMARNYART, N.; JIWAJINDA, S (1992). Acaricidal activity of volatile oil from lemon and citronella grasses on tropical cattle ticks. *Fac. Vet. Med., Kasetsart Univ., Nakhon Pathom, Thailand. Kasetsart Journal: Natural Sciences* (1992), 26(5, Suppl.), 46-51. CAPLUS
9. DIAZ MERIDA, F.M.; LAMOTH, L. (1998). Características ocupacionales y ambientales de los plaguicidas en Panamá. Proyecto PLAGSALUD, Panamá, 1998

10. DURAN, J.. (2002) Bioplaguicidas: Guía de Ingredientes Activos en América Central. CATIE. Manual Técnico N ° 49. Proyecto de Fomento de Productos Fitosanitarios no Sintéticos. Turrialba, Costa Rica, 2002.
11. FIGUEROA, C.C.; BRIONES, L.M.; REYES, M.; BASOALTO, E ; MUÑOZ, C ; NIEMEYER, H. M. y FUENTES-CONTRERAS, E.(2002). Evaluación de la variabilidad genética y resistencia a insecticidas de *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) (Hemiptera: Aphididae) sobre tabaco en Chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Santiago de Chile, 2002.
12. GBOLADE, A. A., ADEBAYO, T. A (1993). Fumigant effects of some volatile oils on fecundity and adult emergence of *Callosobruchus maculatus* F. Department of Pharmacognosy, Obafemi, Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria. *Insect Science and Its Application* (1993), 14(5/6), 631-6 CAPLUS
13. GOMEZ, P.; CUBILLO, D ; MORA, G.A. y HILJE, L. (1997). Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: II. Extractos vegetales. Manejo Integrado de Plagas No.46, p. 17-25 CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1997.
14. HIFNAWY, M. S.; RASHWAN, O. A ; RABEH, M.A. (2001) Comparative chemical and biological investigations of certain essential oils belonging to families Asteraceae, Lamiaceae and Graminae Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Cairo, Egypt. *Bulletin of the Faculty of Pharmacy (Cairo University)* (2001), 39(2), 35-53.
15. INANAGA, H., KOBAYASHI, D ; KOUZUMA, Y.; AOKI-YASUNAGA, C ; LIYAMA, K. ; KIMURA, M. (2001) Protein engineering of novel proteinase inhibitors and their effects on the growth of *Spodoptera exigua* larvae. Laboratory of Biochemistry, Faculty of Agriculture, Graduate School, Kyushu University, Fukuoka, Japan. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* , 65(10).
16. JOHNSON, L.; WILLIAMS, L.A D.; ROBERTS, E.V. (1997). An insecticidal and acaricidal polysulfide metabolite from the rotos of *Petiveria alliacea* Dep. Chem., Univ. West Indies, Kingston, Jamaica. *Pesticide Science* (1997), 50(3), 228-232. CAPLUS
17. KAHAN, A.; PADIN, S., RICCI, M , CATALANO, P.; SCEGLIO, P., HASPERUE, J.. Biodemografía de *Brevicoryne brassicae* L y *Myzus persicae* Sulz. (Hemiptera: Aphididae) en repollo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires Argentina
18. KAHAN, A., PRADO, E.; CASTRO, A.. Estudio de la preferencia de clones de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), seleccionados a partir de poblaciones recolectadas en Chile y Argentina Depto. de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires. Argentina., INIA La Platina Santiago, Chile.

- 19 KASALI, A.A.; OYEDEJI, A.O., ASHILOKUN, A.O. (2001) Volatile leaf oil constituents of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf Institut fur Organische Chemie, Universitat Hamburg, Hamburg, Germany. *Flavour and Fragrance Journal* (2001), 16(5), 377-378. CAPLUS
- 20 KETOH, G. K., GLITHO, A.I., KOUMAGLO, K. H., GARNEAU, F. (2000). Evaluation of essential oils from six aromatic plants in Togo for *Callosobruchus maculatus* F., pest control. *Laboratoire d'Extraits Vegetaux et Aromes Naturels (LEVAN) Faculte des Sciences, Universite du Benin, Lome, Togo. Insect Science and Its Application* (2000), 20(1), 45-49. CAPLUS
21. Kulkarni, R.N. (2000). Lemongrass breeding: past progress and future prospects Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Bangalore, India. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* (2000), 22(1B), 278-284. CAPLUS
22. KUMAR, A ; TEWARI, G. D.; PADLEY, N D. (1979). Studies on the antifeeding and insecticidal properties of bitter gourd (*Momordica charantia* L) against mustard sawfly *Athalia proxima* Klug. *Research Sch., Univ. Kanpur, Kanpur, India. Pesticides* (1979), 13(12), 9-11.
- 23 Li, S., Deng, W.; Zhang, Q. (2001). *Momordica charantia* extracts effect on *Linomyza sativae* mortality and growth. Department of Plant Protection, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Peop. Rep. China. *Huazhong Nongye Daxue Xuebao* (2001), 20(6), 539-543.
24. LOPEZ , M (1995) *Resistencia de las plantas*. 1^a edc. Edit Trillas, México, 1995.
25. MANCEBO, F.; HILJE L.; MORA, G.; SALAZAR, R.. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella*. *Manejo Integrado de Plagas. CATIE, Costa Rica. No 55 p.12-23. 2000.*
26. MAREGGIANI G.. (2001). Manejo de Insectos Plaga Mediante Sustancias Semioquímicas de Origen vegetal . *Revista MIP N ° 60, p 22-30- CATIE Turrialba, Costa Rica, 2001.*
- 27 MARI, S.; CHIDICHIMO, H.O.; CASTRO, A.M. Estudio del comportamiento reproductivo de poblaciones de pulgón verde de los cereales *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera:Aphididae) de la Argentina. Depto. de Tecnología Agropecuaria y Forestal. UNLP- AGNCYT. Departamento de Tecnología Agropecuaria y Forestal UNLP-CIC., Departamento de Biología UNLP-CONICET
28. MARI, S ; CHIDICHIMO, H.O.; CASTRO, A.M.. Distribución de la resistencia a insecticidas en poblaciones de pulgón verde de los cereales *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera:Aphididae). Departamento de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Universidad Nacional de La Plata, Argentina

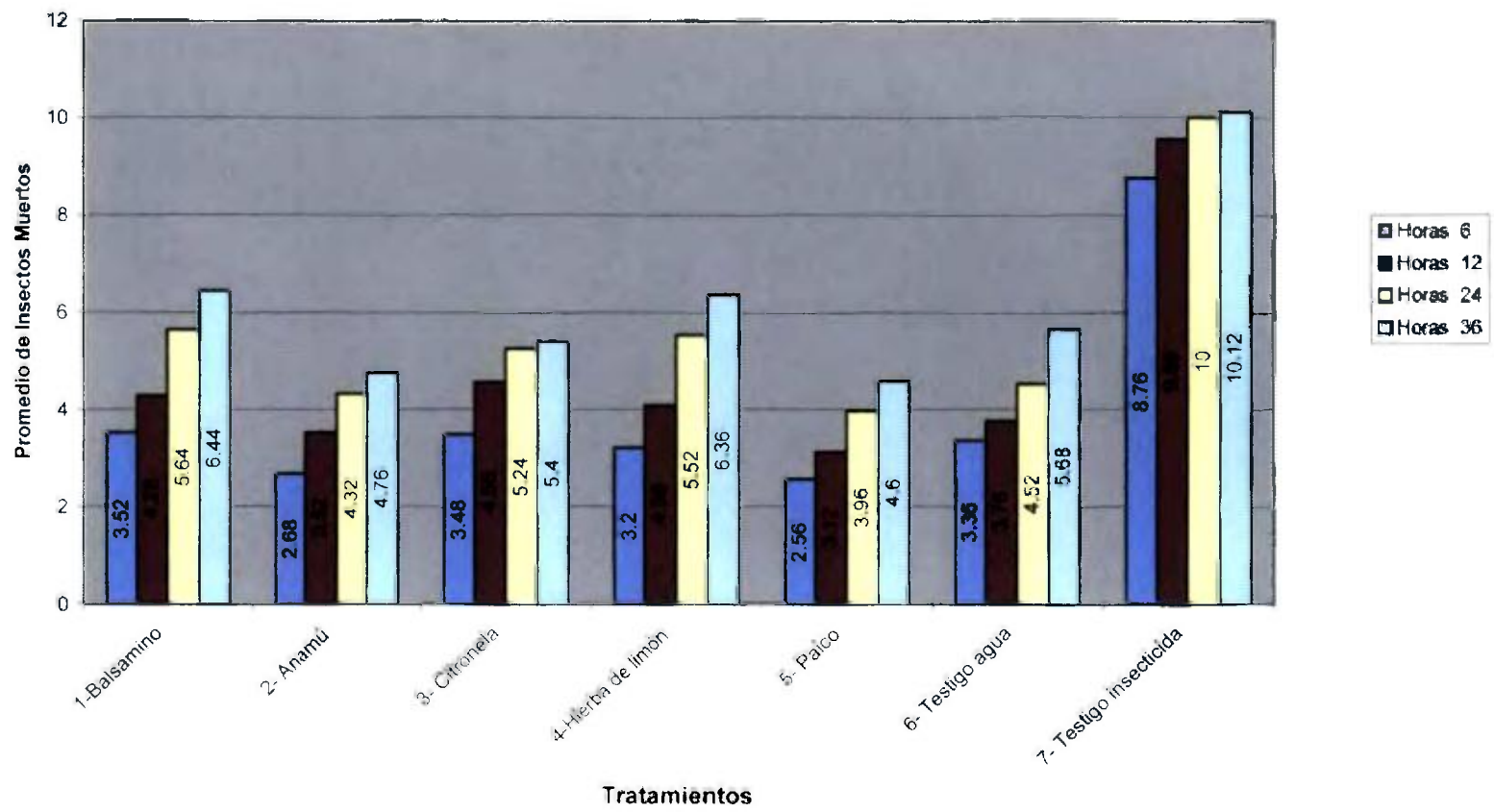
29. METCALF, C.L., FLINT, W.P. (1981). Insectos destructivos e insectos útiles: Sus costumbres y su control. Traducción de la 4ª ed. en ingles Editorial Continental, México, 1981
30. MORENO, L.R.; GARCIA BARRIOS, L.E. y OTROS. (2001). Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa elodia*. Manejo Integrado de Plagas No 60 p.50-56, 2001 CATIE, Costa Rica
31. National Academy of Sciences. (1978). Control de plagas de Plantas y Animales. Manejo y Control de Plagas de Insectos. Vol.3. Edit. Limusa, México, 1978.
32. OLIVARES-DONOSO, R.; NIEMEYER, H. M.. Selección del hospedero por los áfidos *Myzus persicae persicae* (SULZER) Y *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) (Hemiptera: Aphididae): Conducta alimentaria. Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
33. ONDARZA, RAUL N. (1997). El impacto del Hombre sobre la tierra. 4ª. Edic. Editorial Trillas, México 1997.
34. PADIN, S.; RICCI, M.; KAHAN, A.; HENNING, C.; HASPERUE, J.; SCEGLIO, P.; CATALANO, P.(2002). Respuesta de *Cavariella aegopodii* Scop. (Hemiptera: Aphididae) al aceite esencial de Laurel *Laurus nobilis* L., en cultivo de apio. CEIBA, 2002. vol. 43(2) : 23-34. Buenos Aires, Argentina.
35. PHILLIPS, J.G.(1976). Fisiología Ecológica. Versión española. Hermann Blume Ediciones . Madrid , España, 1976
36. PINO, J.A. y ROSADO, A. (2000). Chemical composition of the essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf from Cuba. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia Carretera del Guatao, Havana, Cuba. Journal of Essential Oil Research (2000), 12(3), 301-302. CAPLUS
37. PROETTO, G. (1939) Insecticide , US 2159953 19390523 Patent language unavailable CAPLUS
38. RICCI, M.; KAHAN, A.; PADIN, S.; HENNING, C.; SCEGLIO, P. y CATALANO, P. . Utilización de metabolitos secundarios como repelentes de *Myzus persicae* (Sulz) y *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) en cultivo de repollo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
39. RODRÍGUEZ, L. D. . (1998). Extractos acuosos de Neem para el combate de la Broca del Café. Manejo Integrado de Plagas N° 49 p 73-77. CATIE, Costa Rica, 1998.
40. ROIG, J.T., 1988. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba
41. SANCHEZ M. del C.; GONZALEZ, N.; GONZALEZ, E.. (1997). Efecto larvicida de extractos acuosos vegetales sobre *Aedes aegypti*. Manejo Integrado de Plagas No 45 p.30-33, 1997. CATIE, Costa Rica, 1997.

42. SCHANEBERG, B.T; KHAN, I. (2002). A Comparison of Extraction Methods for Marker Compounds in the Essential Oil of Lemon Grass by GC National Center for Natural Products Research, Research Institute of Pharmaceutical Sciences, The University of Mississippi, University, MS, USA Journal of Agricultural and Food Chemistry (2002), 50(6), CAPLUS
43. SHINICHI, T.; SATOSHI, K., MICHIO, H. (2003). Triterpene glycoside-containing insecticides for controlling leaf miner and plant sap-sucking insects. Nippon Fine Chemical Co., Ltd., Japan. Japan, Kokai Tokyo Koho , 5 pp.
44. SIBIDE, L., CHALCHAT, J.; GARRY, R., LACOMBE, L., HARAMA, M. (2001). Aromatic plants of Mali (IV): chemical composition of essential oils of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf and *C. giganteus* (Hochst.) Chiov Laboratoire de Chimie des Huiles Essentielles, Universite Blaise Pascal de Clermont, Aubiere, Fr. Journal of Essential Oil Research (2001), 13(2), 110-112. CAPLUS
45. SIEVERS, A F.; ARCHER, W. A.; MOORE, R.H.; McGOVRAN, E R (1949). Prueba de plantas insecticidas de América tropical J. Econ. Entomol. (1949), 42, 549-51 CAPLUS
46. Silva G.;Lagunes A.; Rodríguez J.C.; Rodríguez D (2002). Insecticidas Vegetales: Una vieja-nueva alternativa en el control de plagas. Revista Manejo Integrado de Plagas CATIE, Turrialba , Costa Rica .
47. SINGH, S.R.; ALLEN, D.J. (1979). Parásitos y enfermedades del caupí International Institute of tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.1979.
48. SKOVMAN, O. (2001). Acaricidal, insecticidal and repellent composition for impregnation of fabrics and nettings (DCT Aps, Den.). PCT Int. Appl. (2001), 49 pp.
49. SOSA GOMEZ, R.. (1998). El poder medicinal de las plantas. Asociación Publicadora Interamericana Miami , Florida. 1998.
50. TAPIA, D. H., OLIVARES-DONOSO, R. y NIEMEVEER, H.M.. Selección de hospedero por los áfidos *Myzus persicae persicae* (Sulzer) y *Myzus persicae nicotianae* (Blackman) (Hemiptera. Aphididae) Respuesta a los volátiles emitidos por la planta hospedera. Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
51. TORO, H.. Introducción a la Entomología. Profesor de Entomología y Zoología Universidad Católica de Valparaíso E-mail: htoro@ucv8.ucv.cl

52. TYAGI, B. K., SHAHI, A. K., KAUL, B. L. (1998) Evaluation of repellent activities of *Cymbopogon* essential oils, against mosquito vectors of malaria, filariasis, and dengue fever in India. Desert Medicine Research Center, Jodhpur, India. *Phytomedicine* (1998), 5(4), 324-329. CAPLUS
53. WALPOLE, R ; MYERS, R. Probabilidad y Estadística (Cuarta edición) McGraw - Hill, México, 1999.
54. YASUI, H. 2002. Identification of antifeedants in bitter gourd leaves and their effects on feeding behavior of several lepidopteran species. Department of Physiology and Genetic Regulation, National Institute of Agrobiological Sciences, Ibaraki, Japan. *JARQ* (2002), 36(1), 25-30.

ANEXOS

**Figura 10. Promedio de mortalidad de *Aphis craccivora*
Dosis doble**



**Figura 11. Promedios de mortalidad de *Aphis craccivora*.
Dosis normal**

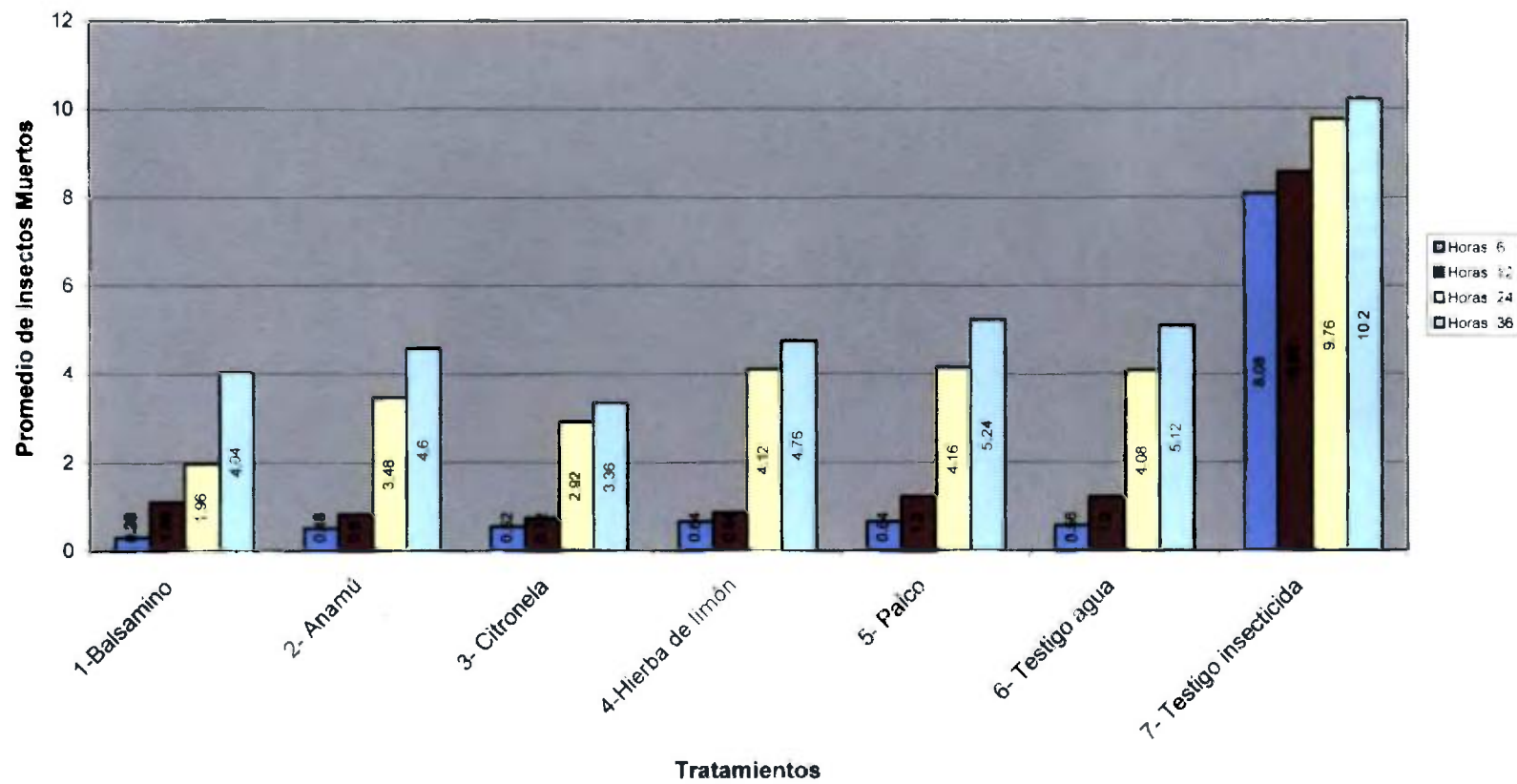


Figura 12. Promedio de mortalidad de *Aphis craccivora* . Sub dosis

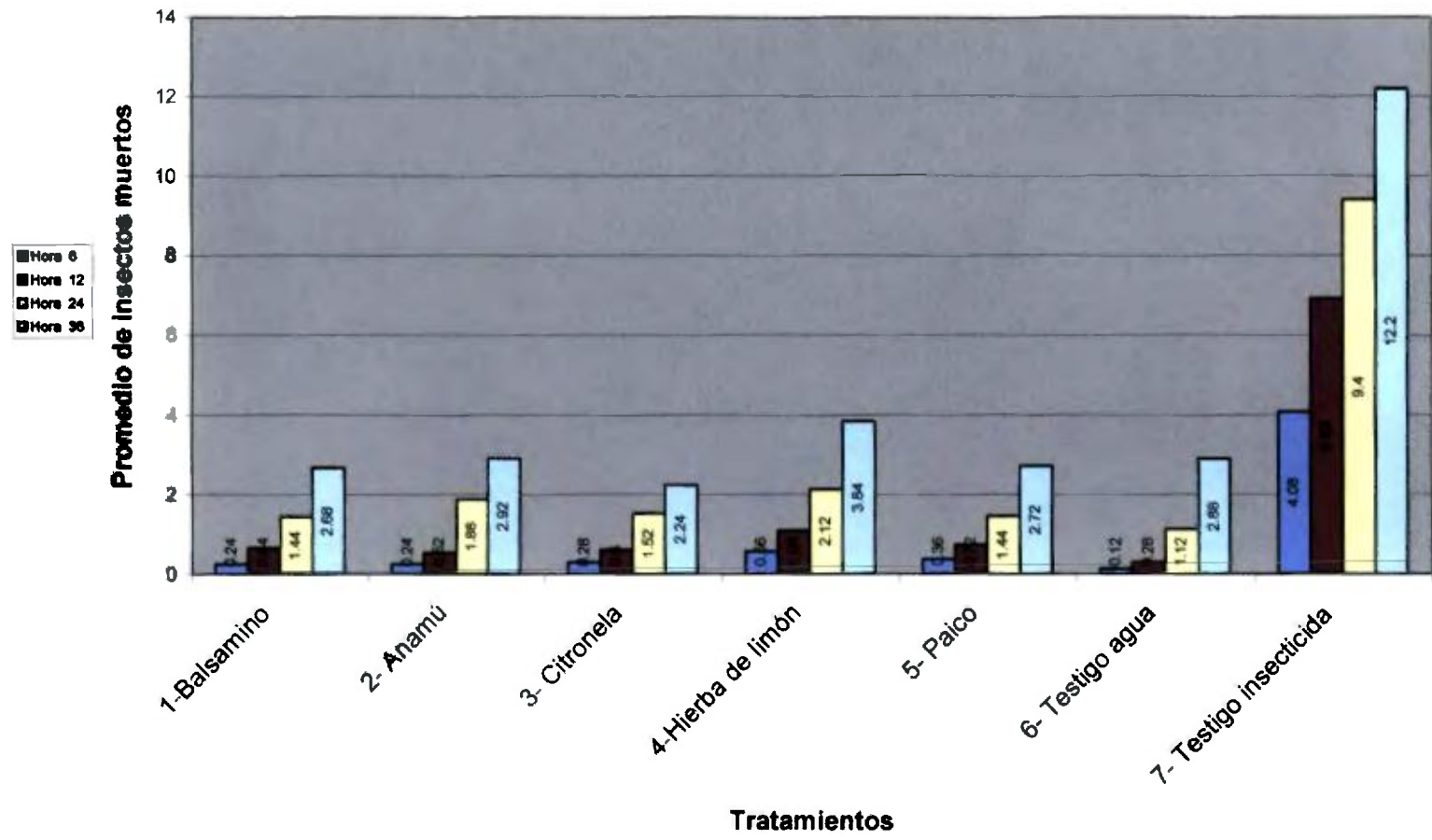
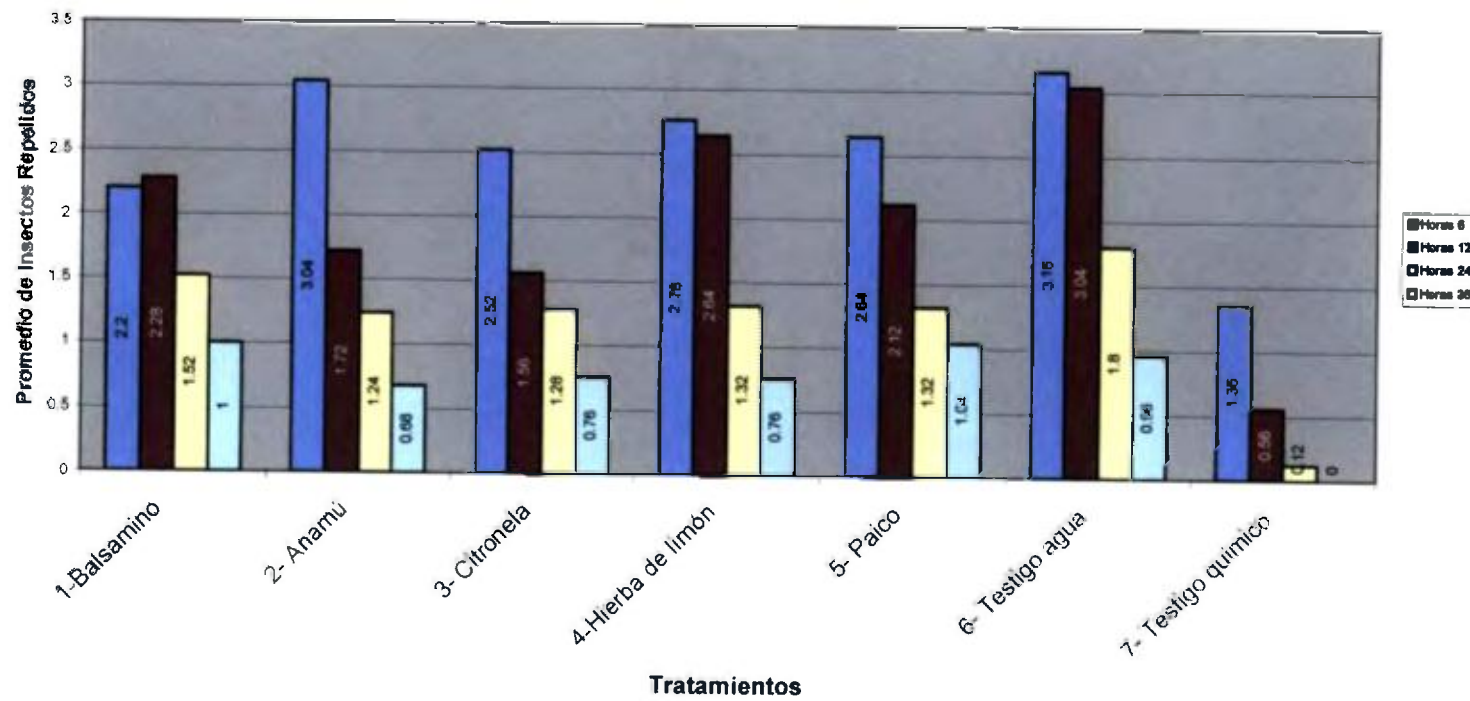


Figura 13. Efecto de Repelencia de *Aphis craccivora* . Dosis doble



**Figura 14. Efecto de Repelencia de *Aphis craccivora*
Dosis normal**

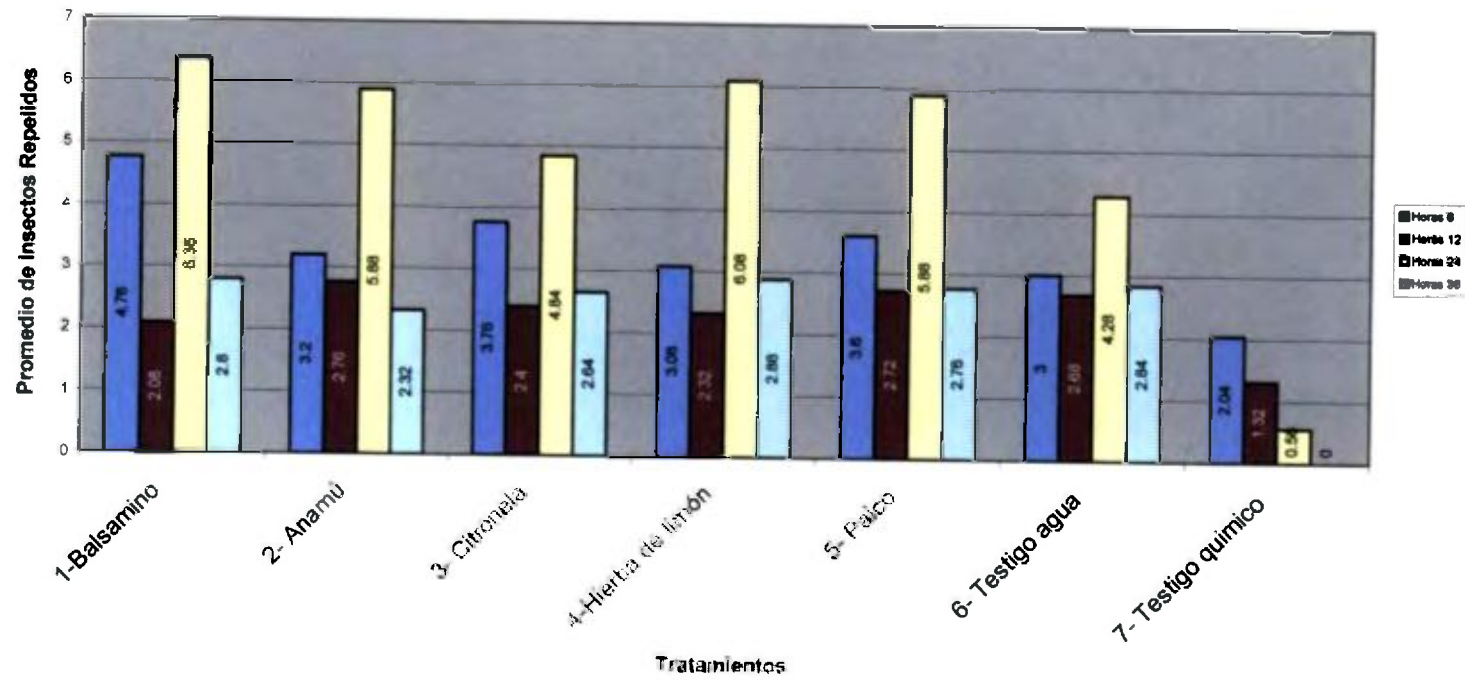


Figura 15. Efecto de Repelencia de *Aphis craccivora* Sub dosis

