

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

UNIVERSIDAD DE PANAMA

MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

EFFECTO INMEDIATO DE DOS HERBICIDAS, SOBRE LARVAS DE Mansonia y Coquilletidia (Diptera, Culicidae); AL SER APLICADOS A CINCO MALEZAS ACUATICAS.

YOLANDA AGUILA S.

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1987

TM

JUL 9. 1987

Obsequio del autor

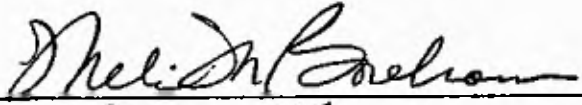
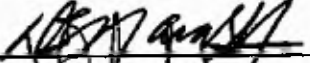
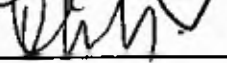
EFFECTO INMEDIATO DE DOS HERBICIDAS, SOBRE LARVAS DE Mansonia
Y Coquilletidia (Diptera, Culicidae), AL SER APLICADOS A
CINCO MALEZAS ACUATICAS.

TESIS

Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con
especialización en Entomología General.

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
DIRECCION DE POSTGRADO

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

Aprobado		Asesor
		Comité
		Comité

225086

AGRADECIMIENTO

Quiero hacer presente mi sincero agradecimiento al Dr. Melvin Boreham, de la División de Sanidad y Manejo de Tierras (Comisión del Canal), por habernos brindado apoyo, tanto en la asesoría de esta tesis, como en la facilitación de recursos para la misma.

Al personal directivo y técnico de la División de Control de Malezas Acuáticas, por habernos facilitado la movilización en la vía acuática, así como lo necesario para la aplicación de los herbicidas. Especialmente al biólogo Wallace Murdoch, por habernos ayudado en la delimitación de las estaciones y aplicación de los químicos.

Al Sr. Luis Palma, técnico de la División de Sanidad y Manejo de Tierras (laboratorio de Gamboa) por realizar la clasificación de las larvas colectadas.

Al profesor Cheslavo Korytkowski por haber colaborado tanto en la revisión, como en la discusión de este texto.

A todo el personal del Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de Panamá que en una u otra

forma colaboraron con el desarrollo de este trabajo, en especial al Sr. Juan B. Del Rosario, quien nos acompañó en los viajes de colecta.

CONTENIDO

RESUMEN

Español.....	vii
Inglés.....	viii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
MATERIALES Y METODOS.....	9
Material Biológico.....	9
Características de la vegetación acuática....	13
Plantas de hoja ancha.....	13
<u>Pistia stratiotes</u>	13
<u>Eichhornia crassipes</u>	16
<u>Jussiaea natans</u>	19
Pastos acuáticos.....	20
<u>Cyperus</u> sp.	20
<u>Luzeola</u> sp.	20
Bioensayo.....	21
Area de estudio.....	24
Herbicidas.....	28
2,4-D.....	28
Glifosato.....	30
Análisis estadístico de la información.....	31
RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
Aspectos generales.....	34
Aspectos específicos.....	38

CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
LITERATURA CITADA.....	51
APENDICE.....	55

Cuadros A, B, C. Número de larvas de Mansonia titillans
y Aedeomyia squamipennis por maleza, unidad muestral,
estación y colecta.

RESUMEN

Se realizó el estudio en la quebrada Mojapollo, afluente del río Chagres, con el objetivo de obtener estimados poblacionales de larvas de Mansonia y Coquilletidia (Diptera, Culicidae), antes y después de la aplicación del 2,4-D y el Glifosato. Estos últimos son utilizados por la Unidad de Control de Malezas Acuáticas de la Comisión del Canal, para el control de esas malezas en dicha quebrada.

Se colectaron 1,100 unidades muestrales (paquete de raíz) de cinco especies de malezas a saber: Pistia stratiotes, Eichhornia crassipes, Jussiaeanatans, Cyperus sp. y Luzeola sp., las cuales se encontraban distribuidas en tres estaciones experimentales (testigo, 2.4-D y Glifosato).

Se observaron cinco especies de mosquitos: Mansonia titillans, Aedeomyia squamipennis, Culex sp., Anopheles albimanus y Anopheles triannulatus. Las dos primeras especies que constituyeron el 95% de lo colectado, se observaron muy asociadas a las malezas Pistia stratiotes y Jussiaea natans, respectivamente. Para la especie M. titillans, la cual se adhiere a la raíz de las malezas, podemos concluir que no se presentó un efecto directo (tóxico) debido a la aplicación de los herbicidas, sino más bien un efecto indirecto donde se produjo una mayor congregación de larvas en las plantas menos afectadas por los herbicidas.

Se realizó un bioensayo con larvas de M. titillans para evaluar el efecto directo de los herbicidas sobre las larvas en condiciones controladas, observándose mortalidad significativa en la prueba con la concentración mayor de Glifosato (0.1%). Este último resultado permitió deducir que las concentraciones utilizadas en el campo, que fueron mucho menores (aproximadamente 0.0000035% de 2,4-D y 0.0000043% de Glifosato), no produjeron mortalidad significativa en la población de larvas.

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effects of herbicides 2,4-D and Glifosate on the larval populations of Mansonia and Coquilletidia (Diptera, Culicidae) found on the roots of aquatic weeds in the Mojapollo tributary of the Chagres river. These chemicals are routinely used for aquatic weed control in the Chagres river by the Panama Canal Commission Aquatic Weed Control Unit. Larvae were collected from the root systems of 5 species of aquatic weeds (Pistia stratiotes, Jussiaea natans, Eichhornia crassipes, Cyperus sp. and Luzeola sp.) collected in three sampling stations (control, 2,4-D and Glifosate) before and after the application of the herbicides.

Five species of mosquitoes were recorded during the study: Mansonia titillans, Aedeomyia squamipennis, Culex sp., Anopheles albimanus and Anopheles triannulatus. Among these, Mansonia titillans and Aedeomyia squamipennis made up to 95% of the larval collections and were found highly associated with Pistia stratiotes and Jussiaea natans respectively. M. titillans being attached to the weed submerged root system did not show acute toxicity from the herbicide applications, however these larvae later moved to and clustered on those aquatic weeds less affected by the herbicides.

A laboratory bioassay was carried out to test the acute toxicity of both herbicides on the larvae of M. titillans. High mortality was observed only with the highest experimental concentration of Glifosate (0.1%). Since the herbicide concentrations normally used during the field experiments were significantly smaller (approximately 0.0000035% (2,4-D) and 0.0000043% (Glifosate)) it is suggested that herbicide applications of either chemical do not produce significant larvae mortality in the mosquito species studied.

INTRODUCCION

Las larvas de las especies del género Mansonia pertenecen a la familia Culicidae, sub familia Culicinae, tribu Mansoniini. Los adultos son especies antropofílicas que presentan sus estados de desarrollo iniciales en cuerpos de agua preferiblemente protegidos de las corrientes y con densa maleza acuática marginal o flotante.

Existe una íntima relación entre las especies de Mansonia y las plantas circundantes. Esto es debido a que dichas larvas están capacitadas morfológicamente para obtener el oxígeno que se encuentra en las raíces de dichas plantas a través de un sifón muy característico que les permite asirse a las mismas, lo cual les da ventaja sobre otras larvas que dependen del oxígeno atmosférico para sobrevivir.

Si bien es cierto que estas larvas morirían si la superficie de contacto entre el aire y el agua es cubierta por algún agente específico (aceites por ejemplo), que les impida salir a la superficie, lo anterior no significaría ningún problema para Mansonia, implicando esto una mayor

dificultad para controlar estas especies con los métodos convencionales.

Se asume que la eliminación de la maleza contribuiría a la disminución de las larvas, para lo cual se han utilizado diversos herbicidas, aunque no se ha verificado el efecto directo o indirecto de ese tratamiento sobre la densidad de la población de Mansonia.

Las especies de mosquitos asociados a las raíces de malezas acuáticas tales como Pistia y Eichhornia han sido objeto de diversos estudios, justificados por el hecho de que algunas especies están relacionadas con la transmisión de enfermedades al hombre, como la filariasis y la encefalitis equina venezolensis.

Entre las especies capaces de transmitir la filariasis se mencionan Mansonia annulifera (Theobald), M. indiana Edwards y M. longipalpis (van der Wulp), todas éstas asiáticas (Foote et al., 1959). Howard (1912) cita a Mansonia pseudotitillans (? = titillans) como uno de los portadores de filarias en el Nuevo Mundo.

Markell y Vogé (1976) mencionan a Wuchereria, Brugia

y a Mansonella, entre los géneros de filarias que afectan al hombre y es este último género el que ha sido reportado para Panamá por McCoy (1933).

El reservorio natural de las filarias lo verifican Clark (en McCoy, 1933), Baerg y Sousa (1974) en algunas especies de monos silvestres de las zonas estudiadas por ellos en Panamá, y por tanto es de esperar que exista un vínculo entre la presencia de las filarias en los monos y la incidencia de las mismas en los habitantes de dicha región.

Los mosquitos del género Mansonia son causantes de serias molestias a las personas que habitan el área canalera, en ciertas épocas del año, de allí el interés en contribuir al conocimiento de dicho género.

Considerando que en la zona mencionada se realizan aplicaciones de 2.4-D y Glifosato ("Roundup") en forma rutinaria, se decidió que el objetivo de este trabajo fuera el de obtener estimados poblacionales, antes y después de la aplicación de los herbicidas, con miras a realizar una evaluación del posible efecto que tuvieran dichos químicos.

Entre las posibles consecuencias de la aplicación de los herbicidas se tuvieron en consideración las siguientes:

1. Que el número de larvas disminuyera luego de la aplicación de los herbicidas, ya fuera por efecto directo (tóxico) o indirecto debido al deterioro del habitat.

2. Que el número de larvas disminuyera debido a la migración de las mismas a Cyperus sp. y Luzeola sp., malezas que no debían ser afectadas por el 2,4-D.

3. Que el número de larvas se mantuviera igual o aumentara sin evidencia de efecto alguno por la aplicación de los herbicidas.

REVISION DE LITERATURA

Moore, citado por Dunn (1918), descubre en Guyana Británica la asociación de las larvas de Mansonia titillans Walker, con Pistia y Guillet (1961) la asocia principalmente a Salvinia; por otro lado Boreham (1970) la relaciona también con Pistia stratiotes en las áreas del río Chagres.

Howard (1912) menciona que Bancroft y Manson para Australia y China, respectivamente, fueron los primeros en relacionar a los mosquitos con la transmisión de filarias, aunque la evidencia fue obtenida por Manson alrededor de 1878; hecho que según Markell y Vogue (1976) constituye el primer descubrimiento de la transmisión de organismos causantes de enfermedades por artrópodos.

Gilyard, citado por Boreham (1970), demuestra la transmisión del virus de la encefalitis equina venezolensis entre dos hospederos distintos y además que Mansonia titillans era la portadora intermediaria.

Dyar y Knab (1910) hacen una revisión de los conocimientos generales acerca de Mansonia, considerando

sus estados de desarrollo. Posteriormente, presentan un estudio sobre los huevos y la oviposición de algunos individuos de dicho género (Dyar y Knab, 1916). Además, otros investigadores tales como Davis (1933), Kano (1949), Pratt (1953), Assem (1958), Corbet (1958), Coluzzi (1962), Ronderos (1963) y Mattingly (1971) contribuyen de una forma general al conocimiento del género.

En Panamá podemos mencionar como precursor de los estudios de Mansonia a Dunn (1918), quien estudia al "Mosquito del Lago Gatún" y su planta hospedera Pistia stratiotes. Knab (1913) y Carpenter (1952) también, hacen aportes al conocimiento del género en Panamá. En los últimos años Boreham (1970) realiza un estudio sobre los mosquitos del género Mansonia y Coquilletidia en el río Chagres, presentando la descripción de una nueva especie.

Con el transcurso de los años y el avance de la tecnología, nuevos productos químicos son colocados en el mercado con miras a ser utilizados en el control de malezas. Entre los más utilizados se puede mencionar el Diquat, el Paraquat, el 2,4-D y el Glifosato. De los mencionados, el último fue desarrollado en la segunda mitad de la década de los setenta. De acuerdo a la disponibilidad y utilización de dichos herbicidas se han

realizado estudios del efecto de éstos sobre la fauna acuática relacionada con las malezas.

Hilsenhoff (1966) evalúa el efecto del Diquat sobre la comunidad de insectos acuáticos al aplicarse en lagunas en Wisconsin, Estados Unidos de Norteamérica; mencionando que no hay indicios de efecto directo sobre la fauna, sino mas bien un efecto indirecto. Por otro lado , Way et.al. (1971) realizan estudios relacionados con el efecto del Paraquat al ser utilizado en pequeños lagos en Nottingham, Inglaterra; siendo más específicos al mencionar que en adición a la posible toxicidad directa, pueden producirse efectos secundarios debido a la eliminación de los productores primarios. En relación con el mismo herbicida, Brooker y Edwards (1974) demuestran, con estudios de laboratorio y campo, que las concentraciones de Paraquat utilizadas convencionalmente no ejercen un efecto directo sobre la fauna acuática asociada a las malezas; por el contrario, todos los cambios que se presentan, químicos y biológicos, son producto de la destrucción de las plantas.

Otros proyectos han sido realizados con miras a resolver la incógnita acerca del efecto real de productos químicos sobre la fauna acuática, entre éstos se puede

mencionar a Toby y Macey (1977).

Hasta la fecha no se encuentra ningún reporte de investigaciones semejantes, relacionadas con la utilización de Glifosato.

MATERIALES Y METODOS

Material biológico

Inicialmente se realizó un viaje para reconocer el área escogida para el estudio y decidir con respecto a la ubicación de las futuras estaciones. Posteriormente se hizo una prueba para evaluar el método de colecta más factible que permitiera capturar un número representativo de larvas. También se hizo una evaluación de las características del habitat.

Para obtener las muestras de Pistia stratiotes, Eichhornia crassipes y Cyperus sp., las cuales tienen el paquete de raíces bien definido en un solo haz (Figura No. 1), se colectaron 25 plantas de cada una. Para obtener las muestras se extraían las plantas completas del agua, se cortaba la raíz desde su nacimiento, se pesaba y se conservaban solamente de 60 a 80 gramos en el caso de Pistia stratiotes, de 100 a 120 gramos para Eichhornia crassipes y de 30 a 40 gramos para Cyperus sp.. Para registrar el peso húmedo de la raíz se utilizó una balanza de plástico (Figura No.2).

En el caso de Jussiaea natans y Luzeola sp., las cuales tenían sus raíces dispuestas en los nódulos de un estolón



Figura No.1 a) Pistia stratiotes (Lechuga de agua), b) Eichhornia crassipes (Jacinto de agua), c) Cyperus sp. Nótese el paquete de raíces definido en un solo haz.

(Figura No.3), se extraía un estolón cada vez, del mismo se recortaban las raíces que fueran necesarias para obtener de 100 a 120 gramos de Jussiaea natans y de 40 a 60 gramos de Luzeola sp.

Una vez registrado el peso húmedo, las raíces se introducían en una bolsa de polietileno que contenía de 25



a 100 mililitros de etanol al 70% para preservar las larvas, dependiendo esto último del peso húmedo de las raíces.

Colectadas las muestras se llevaban al laboratorio, se vertía cada muestra en un recipiente de plástico de 26 centímetros de diámetro y 13 centímetros de profundidad al cual se le agregaba agua del grifo con el fin de diluir el contenido de tierra y sedimento orgánico, se agitaba suavemente el agua del recipiente y luego se hacía pasar todo su contenido por un tamiz de abertura de malla de un



Figura No. 3. a) Jussiaea natans, obsérvese la disposición de las raíces a lo largo de un eje central o estolón, b) Luzeola sp., nótese las raíces emergiendo del eje central.

milímetro para separar las larvas y raíces del detritus presente; esto se hacía repetidas veces hasta que la muestra ya limpia, se transfería a una bandeja de porcelana de color blanco para separar las larvas de las raíces. Las larvas eran colocadas en viales que contenían alcohol al 70% los que se identificaban con una etiqueta en la que se anotaba la fecha de colecta, la especie de la

maleza y el número de la muestra. Luego los viales se enviaban al laboratorio de la ~~de Entomología~~ en Gamboa para la clasificación de las ~~de las~~

Se realizó un total de ocho viajes al área de estudio, de éstos los tres últimos fueron con la finalidad de obtener las muestras de las cinco especies de malezas acuáticas estudiadas: Pistia stratiotes, Jussiaea natans, Eichhornia crassipes, Luzeola sp y Cyperus sp, las cuales son reconocidas por Boreham (1970) como hospederos, en mayor o menor grado, de las especies de mosquitos bajo estudio

Vegetación Acuática

Plantas de Hoja Ancha

Pistia stratiotes

Pertenece a la superfamilia araceae y fue descrita originalmente por Linnaeus en Ceylan (Weldon y Blackburn, 1969) y es denominada comúnmente como "Lechuga de Agua", "Lechuga de Sapo", "Repollo de Agua" y "Verdolaga de Aguas"

De acuerdo a la descripción de Godfrey y Wooten (1979), dicha especie es considerada como una hierba

flotante estolonífera con una roseta de hojas gris-verdosa y numerosas raíces. Las hojas son sésiles, con láminas simples y ovoides a ovoide-truncadas, con 13 a 15 centímetros de longitud y con densa pubescencia (Figura No.4).



Figura No. 4. Detalle de la fronda de Pistia stratiotes, cuya roseta de hojas verde amarillentas resalta sobre las pequeñas hojas verde oscuro de Salvinia sp.

Según Sculthorpe (1967), Pistia stratiotes está distribuída más ampliamente en las aguas tropicales y no se sabe exactamente de dónde procede; dándose la posibilidad de que provenga de diferentes áreas, puesto que ha sido utilizada desde tiempos antiguos como agente

medicinal. De acuerdo al mismo autor, tiene poca tolerancia a la salinidad y constituye grandes masas flotantes que obstaculizan el tránsito, principalmente en las aguas continentales tropicales; donde la necesidad de utilizar estas vías de comunicación son muy evidentes.

Además, la característica de estas masas flotantes, da lugar a condiciones óptimas para el desarrollo de criaderos de mosquitos del género Anopheles.

Cook et al. (1974) mencionan que dichas malezas flotantes pueden crecer en gran variedad de ambientes acuáticos, mas Wetzel (1981) es más específico al decir que la mayoría de estas macrófitas se encuentran en aguas ricas en nutrientes disueltos.

Además de la importancia económica y biológica que pueda tener esta maleza flotante, tiene importancia medicinal reconocida desde tiempo antiguo. Con respecto a esto, Subramanyam (1974) menciona que estas plantas han sido utilizadas para destruir insectos, como laxantes y diuréticos, curación de hemorroides, curación de enfermedades crónicas de la piel y otros usos más.

Con relación a la distribución de esta maleza en la República de Panamá, fue reportada por Dunn (1918) asociada a la presencia de Mansonia en el Lago Gatún. Boreham (1970) la considera como una de las más abundantes en las lagunas del Río Chagres; señalando que su número varía estacionalmente, siendo más abundante durante la estación lluviosa.

Es común en las tierras bajas de Panamá, principalmente a 100 metros o menos de altitud y se le encuentra en el río Bayano desde el lugar conocido como Sitio de Presa hasta Mamargandí de Cañazas (Anónimo, 1974). Posteriormente, Candanedo (1978) menciona que aproximadamente a las seis semanas de iniciado el llenado del embalse del Río Bayano en marzo de 1976, se observó la formación de grupos dispersos de Pistia stratiotes y a finales de mayo del mismo año aproximadamente 20 hectáreas estaban cubiertas por esta especie.

Eichhornia crassipes

Pertenece a la familia Pontederiaceae, fue descrita por Solms en 1883 (Weldon y Blackburn, 1969), y es denominada comúnmente como "Jacinto de Agua".

De acuerdo a la descripción de Godfrey et al. (1979)

es una hierba acuática flotante, en ocasiones varada en lodo y aparentemente enraizada, con láminas de las hojas sub-orbiculares, ovaladas o predominantemente elípticas con pecíolo inflado-esponjoso y con inflorescencias pedunculadas (Figura No.5). Según estos y otros autores (Subramanyam, 1974; Sculthorpe, 1967) es nativa del Brasil.



Figura No. 5. Eichhornia crassipes conocida comúnmente como Jacinto de agua. Obsérvese las inflorescencias de color lila y las hojas verde oscuro, de mayor tamaño. Mezcladas entre las plantas de Eichhornia se observan pequeñas plantas de Salvinia sp..

Según Wetzel (1981), generalmente se encuentra en

ambientes protegidos y en ríos de flujo lento, con una forma común de expansión que consiste en la propagación vegetativa mediante la producción de estolones laterales.

A esta planta se le incluye en el grupo de malezas acuáticas capaces de sobrevivir en aguas de desecho, pudiendo ser utilizada para la depuración de esas aguas, por poseer la capacidad de absorber e incorporar a su estructura ~~diversos materiales~~. Además, se le utiliza ~~para~~ cerdos ~~y~~ ganado vacuno (Anónimo, 1976).

Boreham (1970) la considera como abundante en el área estudiada en el Río Chagres y menciona que puede encontrarse tanto en el centro de las lagunas, como en las orillas ~~de~~; siendo dispersada por las inundaciones hasta la ~~zona~~ de Gamboa, en la desembocadura del Río Chagres al lago Gatún.

Esta especie no fue encontrada en la evaluación realizada en el Río Bayano, aún cuando se ha tenido referencias de su presencia por parte de los moradores del área. Existe en la Laguna de Chiriquí, Boquete y en el Lago Gatún, Provincias de Bocas del Toro, Chiriquí y Panamá respectivamente (Anónimo, 1976).

Candanedo (1978) destaca que se han eliminado plantas del "Jacinto Acuático" en los Poblados de Genené, Loma del Naranjo, Piriati, Cañitas, Tortí, Majé y Unión Tableña, todos estos localizados en la cuenca del río Bayano. Aparentemente, esta planta ha sido traída a estos lugares desde el interior de la República, con fines ornamentales.

Jussiaea natans

Pertenece a la superfamilia Onagraceae; fue descrita originalmente en 1808 (Weldon y Blackburn, 1969) y es denominada comúnmente como "Vellorita de Agua". Es una hierba perenne que puede encontrarse postrada en el lodo o con extremos apicales flotantes; presenta raíces en los nudos, algunas de éstas delgadas y ramificadas, otras convertidas en masa esponjosa o neumatóforos, con hojas sub-orbiculares a corta-oblongas, obtusas en la base y algo carnosas, las láminas foliares de 1.5 a 5.0 centímetros de longitud (Anónimo, 1976).

Según Boreham (1970), la maleza se encuentra en las orillas de las lagunas del Río Chagres, con sus tallos extendiéndose considerablemente hacia el agua. También se encuentra en el embalse del Río Bayano (Anónimo, 1976).

En la Quebrada Mojapollo se observa en gran cantidad y con tallos rastreros flotantes sumamente largos, formando una densa red de vegetación marginal que se extiende hasta más de un metro de la orilla.

Pastos Acuáticos.

Cyperus sp.

Pertenece a la superfamilia Cyperaceae y de acuerdo a la descripción de Subramanyam (1974), es una hierba erecta o flotante de tallo simple triangular, con muchas hojas en la base y pocas en el extremo superior, el cual está coronado con espigas. Las raíces son fibrosas y se pueden presentar rizomas cortos o largos.

Luzeola sp.

Pertenece a la familia Oryzeae y de acuerdo a la descripción de Pohl (1980), es un pasto monoico acuático o de pantano, de duración indefinida. El tallo es frágil y delgado, enraizado en el suelo de lagunas, internódulos sumergidos con hojas de superficie delgada, las hojas del follaje flotan en la superficie del agua durante la estación lluviosa, en cambio durante la estación seca forman una densa red de vegetación sobre lodo seco.

Este pasto rastrero se encontró predominando en las

estaciones No. 2 y No. 3 pero fue escaso en la estación No. 1 donde se le observó fuertemente enraizado lo que dificultó su colecta.

Bioensayo

Con la finalidad de evaluar el efecto de los productos químicos sobre las larvas bajo condiciones controladas y tratar de explicar algunos de los fenómenos ocurridos en el campo, se realizó un bioensayo utilizando larvas de Mansonia titillans, las cuales fueron colectadas en el río Chagres en colonias de Pistia stratiotes el 19 de noviembre de 1986. El material (plantas y larvas) se transportaba al laboratorio en recipientes de cinco galones.

Las concentraciones de herbicidas (volumen/volumen) utilizadas en el laboratorio fueron escogidas arbitrariamente (0.0005 % y 0.05 % para 2,4-D ; 0.001 % y 0.1 % para Glifosato).

Para el bioensayo se usaron recipientes de plástico que medían cinco centímetros de diámetro y nueve centímetros de altura, dentro de cada uno de los cuales se introducían 250 mililitros de agua potable. Así se

prepararon nueve unidades de estas en cada una de las cuales se colocaban 20 larvas. Además, se le adicionó a cada uno una tira de fibra de vidrio con la finalidad de que sirviera como superficie de sustentación para las larvas, pero las mismas no utilizaron este material. Debido a que esto podía afectar a las larvas, fue necesario colocarlas nuevamente en un recipiente con una planta de Pistia stratiotes, para que éstas se asieran a la raíz.

Luego de 24 horas, se procedió a separar y contar las larvas, colocándose de 19-20 larvas por recipiente de plástico, cada uno de los cuales contenía 250 mililitros de agua del grifo y una raíz de Pistia stratiotes. En esta ocasión las larvas respondieron positivamente al asirse a la raíz. Inmediatamente después, se le adicionó al agua de los envases del bioensayo la cantidad necesaria de herbicida para lograr las concentraciones requeridas.

Se inició el experimento el día 20 de noviembre de 1986, utilizando dos concentraciones de cada uno de los herbicidas y dos réplicas de cada una, además de un testigo sin tratar. En cada envase, que contenía 250 mililitros de la concentración indicada, se colocaron de 19 a 20 larvas.

Se realizaron recuentos después de 1, 2, 4, 8, 12 y 24 horas, considerándose las larvas vivas aquellas que mostraban mucho movimiento y se les observaba asidas a la raíz ; moribundas, las que tenían algún movimiento, pero sin capacidad natatoria. Las larvas que no mostraban movimiento alguno al ser tocadas se les consideraba muertas.

Area de estudio

El área de estudio está localizada en la Quebrada Mojapollo, afluente del Río Chagres (entre $9^{\circ} 11' N$ y $9^{\circ} 12' N$; $79^{\circ} 40' W$ y $79^{\circ} 38' W$), muy cerca del poblado de Juan Mina y el Río Chilibre (Figura No.6). Se caracteriza por una abundante vegetación acuática marginal, a la cual no se le había aplicado ni herbicidas ni insecticidas en los últimos siete años (Murdoch y Boreham, comunicación personal) de allí que fuera seleccionada.

En dicha área se establecieron tres estaciones para lo cual se consideró la geografía del lugar y la dirección de la corriente, para que al aplicar el herbicida en cada estación de tratamiento no se contaminaran mutuamente y se pudiera establecer una estación testigo que no fuera afectada por herbicidas.

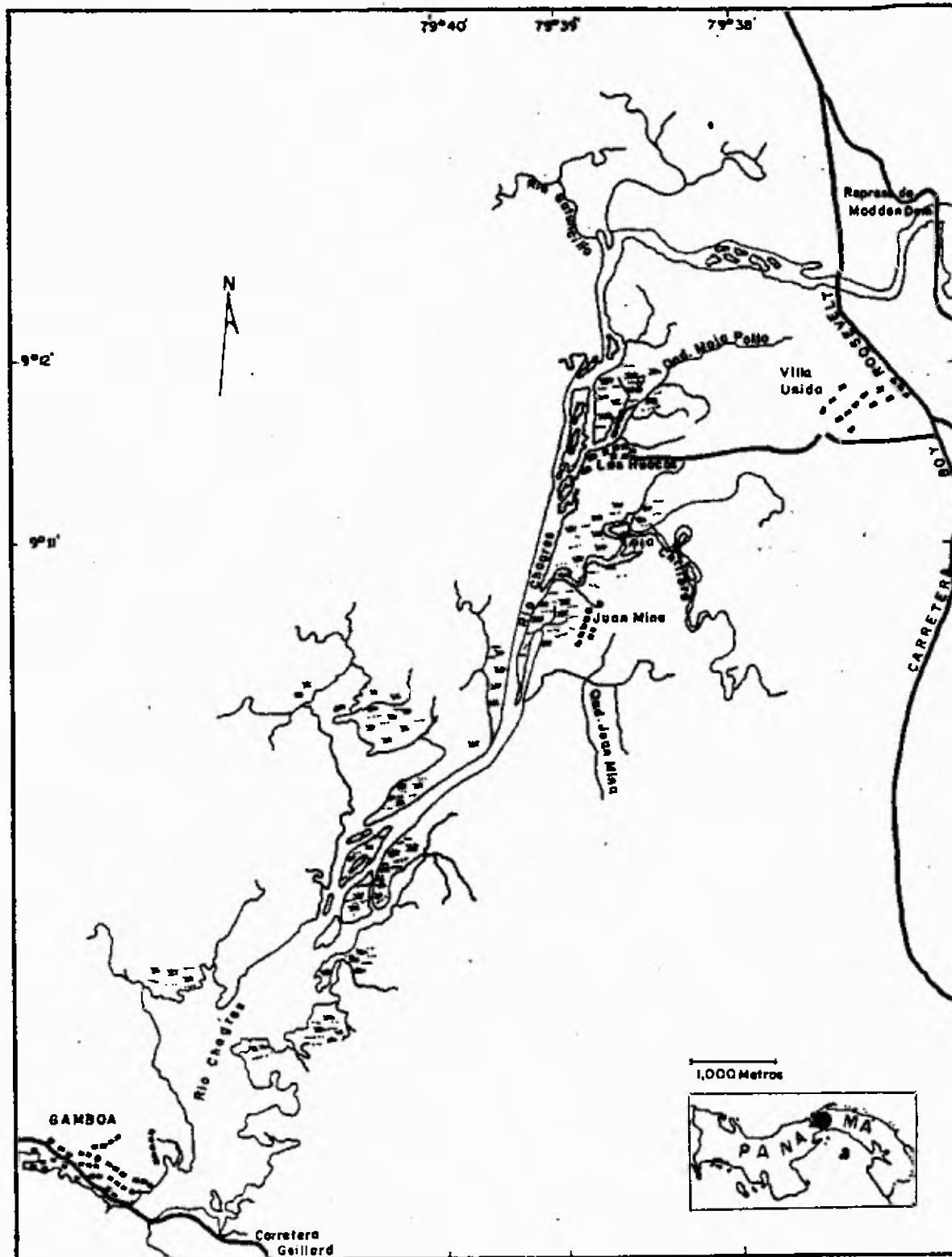


Figura No. 6. Mapa general.

De acuerdo a la Figura No.7, se observa que existe en la desembocadura de la quebrada Mojapollo, al Chagres, un islote que permitió separar las estaciones de tratamiento No.2 (aplicación de 2,4-D) y No.3 (aplicación de Glifosato o "Roundup"). Por otro lado la estación No.1 (testigo) fue establecida a 100 metros de la estación No.2 quebrada arriba.

El área de cada estación fue delimitada tomando en cuenta la presencia y abundancia de las malezas de interés para el estudio. Para la prueba de herbicidas se establecieron tres estaciones, para cuya delimitación se utilizó un instrumento conocido como "Range Finder" (Rangenatic 610), instrumento que a través del método de triangulación permitió la medición del área de cada una.

Para fijar los límites de las mismas se colocaron estacas de madera en cada extremo (Figura No.8).

Considerando que las malezas que interesaban al estudio se encontraban en las áreas marginales, fue fácil establecer la longitud de las estaciones con el instrumento mencionado, pero el ancho de las mismas tuvo que ser determinado con la línea de herbicida que salía de la bomba de aspersion, la cual fue controlada para que

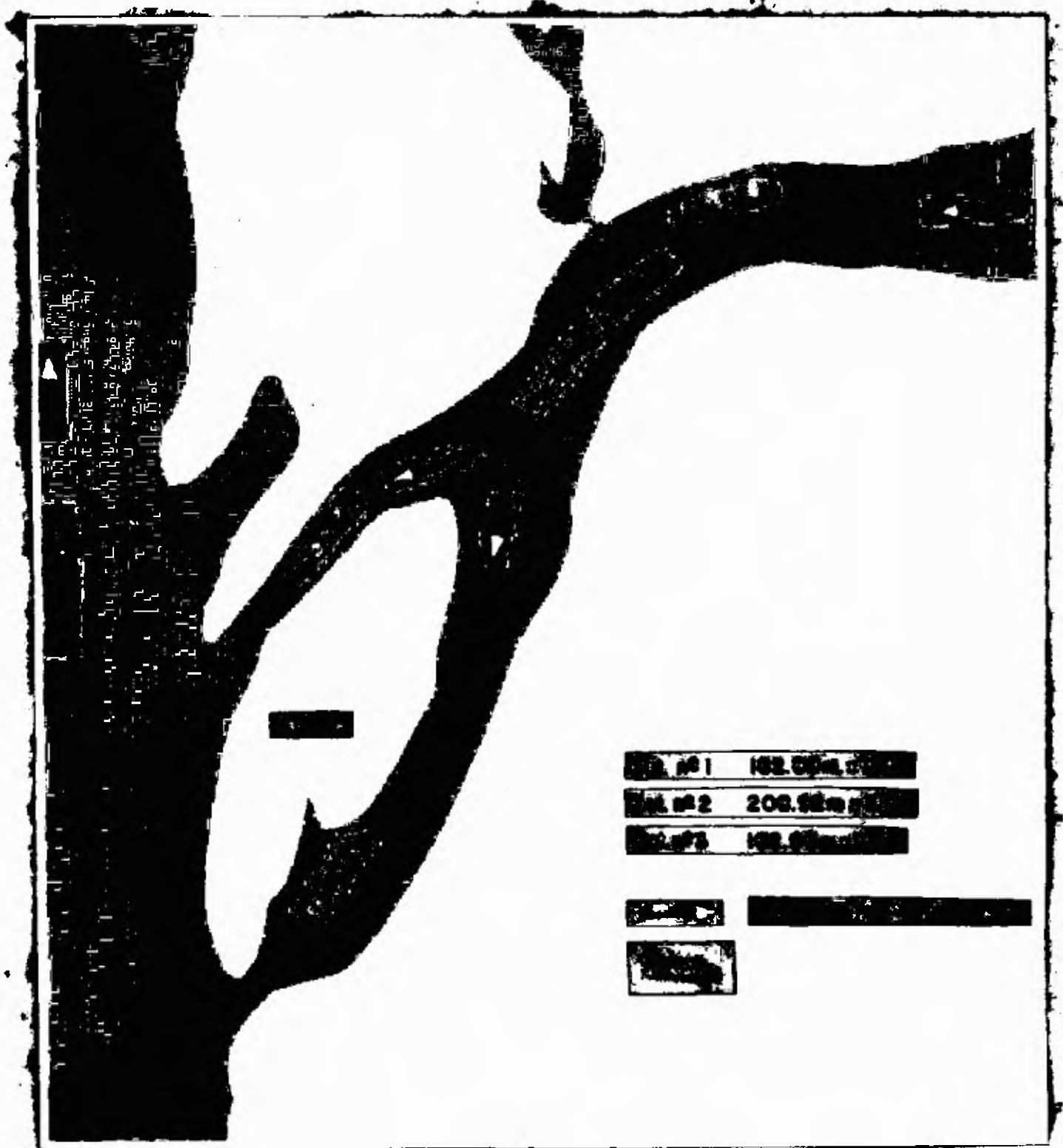


Figura No. 7. Ubicación de las estaciones experimentales.



Figura No 8 Aspecto general del área de estudio y colocación de estaca en el límite superior de la estación No 2 El límite opuesto se encuentra a 209 metros al fondo

tuviera una longitud de aproximadamente tres metros, de manera que la superficie en cada sitio de muestreo fue de 557 39 metros cuadrados (estación No 1) 636 79 metros cuadrados (estación No 2) y 557 39 metros cuadrados (estación No 3)

Durante los viajes subsiguientes se realizaron las colectas de raíces en cada estación, logrando obtener una colecta pre-tratamiento (1) y dos post-tratamiento (2,3)

1
0 1

Se puede llegar al área por vía terrestre, a través

del camino que proviene del Poblado de Las Huacas, Cerro Alto de Chiriquí, que se encuentra aproximadamente a 40 millas de Panamá o también, vía acuática, a través del Río Chiriquí tomando una embarcación desde Gamboa, lo que toma cerca de 25 minutos en una lancha rápida

La movilización en el área, durante los días de semana, se hizo con el apoyo del personal de la División de Control de Malezas Acuáticas. Se usaron una lancha rápida (dos motores de cuarenta caballos de fuerza) y un aerobote. Durante los fines de semana se utilizó un bote de aluminio con un motor de diez caballos de fuerza

Herbicidas

2,4-D

Se utilizó la Sal Amina del 2,4-D, en una fórmula que contenía un 59.7% de ingrediente activo (597 gramos de la sal alkanolamina de las series etanol e isopropanol, del ácido 2,4-diclorofenoxiacético por litro) y 40.3% de ingredientes inertes. Este herbicida se recomienda usualmente para el control selectivo de malezas de hoja ancha

El 2,4-D es un herbicida sistémico y de acuerdo a investigaciones realizadas, induce una respuesta de crecimiento anormal en la planta, afectando la respiración, reservas de alimento y división celular. Además, puede ser utilizado como regulador del crecimiento de otras plantas, evitando la caída prematura de las frutas. Puede tener poca o ninguna actividad sobre insectos, nemátodos o patógenos de plantas (Anónimo, 1979).

Para las pruebas de control se empleó una solución del herbicida 2,4-D al 1%, la cual fue asperjada en la estación No. 2, usando una bomba marca "Brigg Stratton" que automáticamente regulaba el flujo y la concentración de la aspersión. El tiempo utilizado para la aspersión fue de tres minutos y 42 segundos, aplicándose en este lapso un volumen total de 740 mililitros en 636.79 metros cuadrados, lo que equivale a 1.16 mililitros de la solución de 2,4-D por metro cuadrado.

La aspersión era efectuada en forma horizontal, desde un aerobote, de tal forma que la solución cubriera toda el área a tratar. Este tratamiento se hizo con el propósito de controlar las especies de Pistia, Jussiaea y Eichhornia.

Glifosato ("Roundup").

El nombre comercial de este producto es "Roundup", sal isopropilamina de glifosato. La fórmula utilizada contiene un 41% de ingrediente activo (410 gramos de sal isopropilamina de glifosato por litro) y 59% de ingredientes inertes.

Es un herbicida de amplio espectro, relativamente no selectivo y muy efectivo sobre malezas perennes y anuales de sistema radical profundo, pastos de especies bianuales, juncos y malezas de hoja ancha. Dicho producto se mueve a través de la planta desde el follaje hacia el sistema radicular, pudiéndose observar el efecto en el término de dos a cuatro días. No se conoce el mecanismo de acción del herbicida, pero parece inhibir la biosíntesis de aminoácidos aromáticos e inhibir o reprimir la acción de las enzimas clorismato mutasa y/o prefenato dehidratasa. Investigaciones realizadas con codornices, patos silvestres, abejas, truchas y "bluegill", muestran que estas especies no son afectadas por el Glifosato. (Anónimo, 1979).

Para el tratamiento se usó una solución al 1% la cual fue asperjada en la estación No. 3. El tiempo utilizado para la aspersión fue de cuatro minutos, aplicándose un

total de 800 mililitros en 557.39 metros cuadrados, lo cual corresponde a una aplicación de 1.43 mililitros de la solución de "Roundup" por metro cuadrado. Este herbicida fue aplicado con el objetivo de controlar las cinco malezas en estudio. La aplicación del Glifosato fue realizada en forma semejante a la del 2,4-D (Figura No.9).



Figura No. 9. Vista general del método, equipo y forma en que se hacían los tratamientos de herbicidas.

Análisis Estadístico de los datos.

Inicialmente, el estudio fue diseñado con el propósito de realizar un análisis de varianza pero al evaluar las suposiciones necesarias para desarrollar dicho

procedimiento se observó que los datos no cumplían con los requisitos necesarios para la aplicación de ese análisis. El método usado para evaluar las suposiciones antes mencionadas fue el de Bondad de Ajuste ("Goodness of Fit") de Kolmogorov-Smirnov (Conover, 1980)

Para evaluar el grado de dispersión espacial de las larvas colectadas se utilizó un procedimiento estadístico de dispersión denominado ~~Procedimiento~~ de Variación o Dispersión (Sokal y Rohlf, 1969)

Con la finalidad de determinar la significancia de las diferencias encontradas después de la fecha de aplicación de los herbicidas, se realizaron Pruebas de Hipótesis (Daniel, 1984) con un estadístico de localización no-paramétrico denominado ~~Procedimiento~~ de Mann-Whitney para dos muestras y con ~~datos~~ pareados (Snedecor y Cochran 1980 Zar, 1984) Para lo anterior se utilizó un Programa Fortran de Estadística Básica de Sokal y Rohlf (1969) en un computador del tipo PC

De acuerdo a los resultados obtenidos (Apéndice), se escogieron los datos de Mansonia titillans (en Pistia stratiotes) y Aedeomyia squampennis (en Jussiaea natans), para realizar dichos procedimientos considerándose a éstas

como las especies indicadoras del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aspectos Generales.

En el presente trabajo se colectó un total de 3,299 larvas de Culicidae, de las cuales 1,623 corresponden a la especie Mansonia titillans, 1,513 a Aedeomyia squamipennis y 163 a las especies restantes (Culex sp. , Anopheles albimanus y Anopheles triannulatus) Cuadro I.

Cuadro I. NUMERO TOTAL DE LARVAS DE CULICIDAE COLECTADAS EN LAS MALEZAS ESTUDIADAS.

Malezas	Estacion			Total	%
	1	2	3		
<u>Pistia stratiotes</u>	62	644	858	1,564	47.40
<u>Jussiaea natans</u>	391	308	616	1,315	39.86
<u>Eichhornia crassipes</u>	43	53	180	276	8.36
<u>Cyperus</u> sp.	3	2	33	38	1.15
<u>Luzeola</u> sp.	24	46	36	106	3.21
Total				3,299	100.00

De las especies mencionadas las dos primeras se encontraron con mayor abundancia, constituyendo el 95% de lo encontrado en las tres malezas más representativas, Pistia stratiotes (Lechuga de agua), Jussiaea natans (Vellorita de agua) y Eichhornia crassipes (Jacinto de

agua.

La mayor cantidad de larvas de Mansonia titillans se obtuvo en Pistia stratiotes (Lechuga de agua), habiéndose colectado un total de 1,369 larvas (Cuadro II). En Eichhornia crassipes (Jacinto de agua), solamente, se obtuvo 131 larvas. Esta misma situación fue reportada por Boreham (1970). Cyperus sp. y Luzeola sp. fueron las malezas en que menos larvas se obtuvo. En términos generales se puede decir que la cantidad de larvas fue mayor en las estaciones No.2 y No.3 que estaban más próximas a la desembocadura de la quebrada al río Chagres. Lo anterior puede atribuirse a que las condiciones de estancamiento en las estaciones No.2 y No.3 eran más acentuadas a diferencia de la estación No.1, donde se observaba el agua más clara y con corriente, lo que hacía que hubiese menos cantidad de partículas en suspensión que constituyen alimento para las larvas.

Aedeomyia squamipennis, especie que no se adhiere a las raíces, constituye la otra especie más abundante colectada en el estudio, habiéndose obtenido un total de 1,513 larvas. Esta cantidad corresponde al 45.86% del total de todas las especies colectadas (Cuadro III). Este hecho resulta un tanto novedoso, ya que de acuerdo a

Cuadro II. NUMERO DE LARVAS DE <u>Mansonia titillans</u> COLECTADAS EN LAS DIFERENTES MALEZAS DURANTE EL ESTUDIO (Quebrada Mojapollo, 1984).						
Especie de maleza	<u>J. natans</u>	<u>P. stratiotes</u>	<u>E. crassipes</u>	<u>Cyperus</u> sp.	<u>Luzeola</u> sp.	
Colecta No. y Fecha	Estación No. 1					
1) 28/abr.	1	22	0	2	14	
2) 26/may.	39	0	0	0	0	
3) 2/jun.	14	0	0	0	0	
	Estación No. 2					
1) 19/may	0	2	0	0	0	
2) 26/may	16	380	1	0	3	
3) 2/jun.	0	213	3	0	0	
	Estación No. 3					
1) 19/may.	0	195	10	3	0	
2) 26/may.	16	156	5	4	1	
3) 2/jun.	5	401	112	0	5	
Total	91	1,369	131	9	23	

experiencias previas (Boreham, 1970), se esperaba una predominancia mayor de especies de los géneros Mansonia y Coquilletidia. Aedeomyia squamipennis fue observado en mayor abundancia asociada con la maleza Jussiaea natans. También se le observó en Eichhornia crassipes y en Pistia stratiotes. En las malezas Cyperus sp. y Luzeola sp. la presencia de Aedeomyia squamipennis fue casi nula.

La maleza en que se encontró una mayor cantidad de larvas de Culicidae fue Pistia stratiotes, habiéndose obtenido 1,564 larvas, le siguió en importancia Jussiaea natans con 1,315 y Eichhornia crassipes con 276.

Cuadro III. NUMERO DE LARVAS DE <i>Aedeomyia squamipennis</i> COLECTADAS EN LAS DIFERENTES MALEZAS DURANTE EL ESTUDIO (Quebrada Mojapollo, 1984).					
Especie de malasa	<i>J. natans</i>	<i>P. stratiotes</i>	<i>E. crassipes</i>	<i>Cyperus</i> sp.	<i>Luziola</i> sp.
Colecta No. y Fecha					
Estación No. 1					
1) 28/abr.	87	2	5	8	7
2) 26/may.	232	19	36	0	8
3) 1/jun.	9	17	0	0	0
Estación No. 2					
1) 19/may.	14	8	8	2	19
2) 26/may.	218	18	29	8	28
3) 2/jun.	54	1	28	0	8
Estación No. J					
1) 19/may.	165	19	36	18	8
2) 26/may.	256	16	12	6	5
3) 2/jun.	146	8	1	8	24
Total	1,173	180	139	26	75

Las malezas que resultaron más afectadas por los herbicidas fueron Pistia stratiotes, Jussiaea natans y Eichhornia crassipes, lo cual es importante en vista de que fue en estas malezas donde se encontró un mayor número de larvas. Este hecho fue registrado por observación directa en el habitat. Aunque no se hizo una evaluación cuantitativa (No. de plantas afectadas/metro cuadrado), fue evidente que Cyperus y Luziola no fueron afectadas de igual forma. Es conveniente mencionar que a diferencia de las plantas antes mencionadas, estas malezas no constituyeron fuente importante de larvas. Con el objetivo de tener más claras las características biológicas de cada estación, debió evaluarse la densidad

de plantas por metro cuadrado y así obtener de una forma indirecta el No. de larvas por metro cuadrado (No. de larvas/planta x No. de plantas/metro cuadrado = No. de larvas/metro cuadrado).

De acuerdo con los resultados se puede establecer que existe una estrecha relación entre Pistia stratiotes y Mansonia titillans, así como entre Aedeomyia squamipennis y Jussiaea natans. De acuerdo a las referencias consultadas, es la primera vez que se reporta esta asociación.

Aspectos Específicos.

Con miras a evaluar el efecto inmediato de los herbicidas, se hizo necesario considerar que el mismo podía ser directo, debido a efecto tóxico, o indirecto debido al deterioro de la planta sustrato. Con respecto a esto último, se asume que la destrucción de la planta conduce a una disminución de las especies de mosquitos asociadas. Además, hay que tomar en cuenta que existía la posibilidad de que ese efecto indirecto se hiciera evidente a corto o a largo plazo, de allí que sea necesario puntualizar que el objetivo y la metodología de este trabajo están dirigidos a evaluar el efecto,

cualquiera que éste sea, en el límite de tiempo establecido.

De acuerdo a los resultados se observó gran cantidad de larvas tres días después de la aplicación de los herbicidas, por lo cual se asume que no existe un efecto directo y residual de los productos aplicados sobre las larvas de nuestro interés. Esto puede ser apoyado en parte por los resultados obtenidos con el procedimiento de Mann-Whitney, donde se comprueba que para ambas especies de mosquitos se registraron colectas significativamente mayores luego de la aplicación de los herbicidas (Cuadro IV). Este gran número de larvas puede ser el resultado de que al deteriorarse el habitat y hacerse más flaccidas las raíces de las plantas más afectadas, las larvas tuvieron que adherirse a plantas más sanas con raíces más firmes produciéndose de esta manera una mayor concentración de larvas en estas malezas que a su vez eran las más fáciles de coleccionar.

Con relación a la posible recolonización en Cyperus y Luzeola, de acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que las larvas no utilizaron a estas malezas como hospederos alternos, ante la destrucción de su planta substrato, puesto que luego de la aplicación del 2,4-D no

Cuadro IV.. INFORMACION DEL ANALISIS ESTADISTICO.						
Resultados de la prueba de Mann-Whitney						
Colecta	M. <u>titillans</u> en P. <u>stratiotes</u>			A. <u>squamipennis</u> en J. <u>natans</u>		
	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 1	Est. 2	Est. 3
1 vs 2	-----	2.3 **	1.4 NS	214 **	185 **	103 NS
1 vs 3	-----	2.1 **	2.7 **	64 **	80 **	2.8 **
2 vs 3	-----	3.2 **	3.7 **	74 **	183 NS	1.4 NS
Colecta	Número de larvas					
1	22	2	195	87	14	165
2	8	388	156	232	210	256
3	8	213	481	9	54	146

 ** Significancia al nivel 0.05

se registró en aquéllas un aumento en la colecta de larvas; por el contrario las colectas se caracterizaron por ser pobres y esporádicas.

Con la finalidad de obtener una conclusión provisional con respecto al posible efecto indirecto, se adicionó el procedimiento estadístico denominado Coeficiente de Variación o Dispersión, el cual permitiría realizar interpretaciones biológicas en base a los resultados obtenidos.

Utilizando este procedimiento, se logró determinar que tanto Mansonia titillans como Aedeomyia squamipennis

presentan Coeficientes de Variación muy altos, propios de una distribución fuertemente contagiosa, la cual aumentó al tercer día de aplicado el tratamiento (26-V-84) y disminuyó al décimo día (2-VI-84), Cuadro V.

En un intento de interpretar la congregación de larvas, podríamos asumir que fue inducida por alguno de los siguientes factores:

- a. Incorporación de una nueva generación
- b. Deterioro de las plantas, lo cual implicaría que las larvas se concentraran en las plantas más sanas.
- c. Método de muestreo

Cuadro V. COEFICIENTE DE VARIACION O DISPERSION DEL NUMERO DE LARVAS POR PLANTA.

<u>Mansonia titillans</u> en <u>Pistia stratiotes</u>			
Estación	Colecta		
	1	2	3
1	353	*	*
2	100	996	314
3	770	975	702

<u>Aedeomyia squamipennis</u> en <u>Jussiaea natans</u>			
Estación	Colecta		
	1	2	3
1	424	1,454	158
2	105	1,375	855
3	1,785	1,853	782

* La colecta fue 0

d. Azar

e. Efecto combinado.

Considerando la primera alternativa, encontramos que las características de la colecta de larvas de ambas especies, presentaron proporciones de estadíos larvales más o menos equitativas en las estaciones No.1 y No.2; en cambio en la estación No. 3 se observó una clara dominancia de estadíos I y II de M. titillans sobre larvas más avanzadas de la misma especie (Cuadro VI). Si se considera que las muestras fueron tomadas en la misma forma para todas las estaciones, sólo es posible asumir que en dicha estación ocurren condiciones diferentes al resto que podrían estar directamente relacionadas con las características de la comunidad de plantas, ya que es conocido que especies de Mansonia prefieren a ciertas malezas acuáticas como sitios de oviposición (Sucharit et al., 1982).

El hecho de que los estimados poblacionales relacionados con la edad de las larvas colectadas fueran similares antes y después de la aplicación del Glifosato, descarta la posibilidad de que la incorporación de una nueva generación haya sido la causa del aumento de la congregación de larvas en dicha estación.

Cuadro VI. PORCENTAJE DE ESTADIOS LARVALES, POR ESTACION Y POR COLECTA PARA CADA ESPECIE INDICADORA.									
<u>Mansonia titillans</u> en <u>Pistia stratiotes</u>									
Estación	1			2			3		
Colecta	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Estadio									
I,II	64	-	-	100*	43	36	97	91	72
III,IV	36	-	-	0	57	64	3	9	28
<u>Aedeomyia squamipennis</u> en <u>Jussiaea natans</u>									
Estación	1			2			3		
Colecta	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Estadio									
I,II	38	32	22	71	31	21	34	42	32
III,IV	62	68	78	29	69	79	66	58	68

* Se obtuvieron dos larvas.

Con respecto a la segunda hipótesis, tal como ha sido establecido en numerosos trabajos previos, M. titillans mantiene un estrecho vínculo con macrófitas acuáticas, requiriendo un contacto directo con el sistema radicular de éstas; en consecuencia es más probable que esta especie sea susceptible en mayor grado a la destrucción o deterioro de la planta sustrato; sin embargo a pesar de haberse incrementado los valores de congregación en las estaciones tratadas, esta hipótesis no puede ser concluída en su totalidad, con los datos de campo, debido a que los valores poblacionales obtenidos en la estación No.1 (testigo) fueron nulos en la segunda (2) y tercera (3)

colecta.

Analizando la información correspondiente a A. squamipennis, en las estaciones No.2 y No.3, se puede observar que los estimados poblacionales mantienen una tendencia general de incremento de contagio a los tres días de la aplicación de los herbicidas, decreciendo en la evaluación realizada a los 10 días, lo cual parece ser independiente de la acción de los químicos, ya que se dan las condiciones similares para la estación No.1 que no recibió tratamiento.

Esta aparente independencia podría explicarse en función de que a diferencia de M. titillans, A. squamipennis no se adhiere a la raíz de la maleza acuática, sino que se puede encontrar descansando entre las raíces de la macrófita o flotando en el agua circundante (Arnett,1949).

Otra posible causa de las variaciones del contagio podría deberse al método empleado; ya que al extraerse las plantas se extraían con ellas gran cantidad de larvas, disminuyéndose así el número de larvas presentes. Esto es que tomando en consideración que el período de tiempo en que se desarrolló el estudio no fue lo suficientemente

largo como para que se dieran otras generaciones larvales adicionales a la que estaba presente en el inicio del estudio, sería posible asumir que en las estaciones No.1 y No.2, en la segunda colecta, el número de larvas presentes todavía era suficiente como para concentrarse en gran número alrededor de las plantas que todavía estaban disponibles. Por el contrario, en la tercera colecta ese número podría haber disminuido sustancialmente, presentándose un menor grado de contagio.

Con relación a los resultados del bioensayo (Cuadro VII), se observó que en las soluciones de Glifosato (0.1%) se presentó mayor mortalidad de larvas durante todos los períodos en que se realizaron los recuentos, registrándose desde las 12 horas una mortalidad aproximada de 95% (Figura No. 10).

Con respecto a la mortalidad que se presentó en las demás pruebas, la misma registró un aumento después de las 24 horas, fluctuando el mismo de 8 a 15% .

Es importante considerar que en el caso de las pruebas con 2,4-D (0.0005), a las 24 horas de iniciado el experimento, se observó a las larvas nadando activamente alrededor de la raíz, probablemente debido a la flaccidez

Cuadro VII. EVALUACION DEL EFECTO DIRECTO DE LOS HERBICIDAS SOBRE LAS LARVAS DE Mansonia titillans.

Herbicida	Concentración	Réplica	No. de larvas al inicio.	No. de Larvas Muertas por recuento						Total
				Horas						
				1	2	4	8	12	24	
2,4-D	0.0805	a	20	0	0	1	0	0	3	4
		b	20	0	0	0	0	0	2	2
	0.05	a	20	0	0	1	1	0	0	2
		b	20	0	0	0	0	1	1	2
Glifosato	0.001	a	19	0	1	0	0	0	1	2
		b	20	0	0	0	0	0	1	1
	0.1	a	19	4	0	1	1	12	0	18
		b	19	1	4	4	0	9	0	10
Testigo			20	0	0	0	0	0	0	0

de la misma, debida al efecto del herbicida. Esta observación no fue registrada en las otras pruebas, tal vez por alguna diferencia en las características de la raíz o sencillamente porque el desprendimiento pudo haber ocurrido entre períodos de recuento. En adición fue muy notorio el oscurecimiento de algunas larvas, principalmente en las soluciones de Glifosato al 0.1% .

Los resultados del bioensayo permiten llegar a las siguientes conclusiones:

a. El efecto indirecto se hizo evidente en el momento en que las larvas se desprendieron de la raíz, al perder ésta su consistencia normal.

b. El oscurecimiento de las larvas debió ocurrir por efecto directo de los químicos.

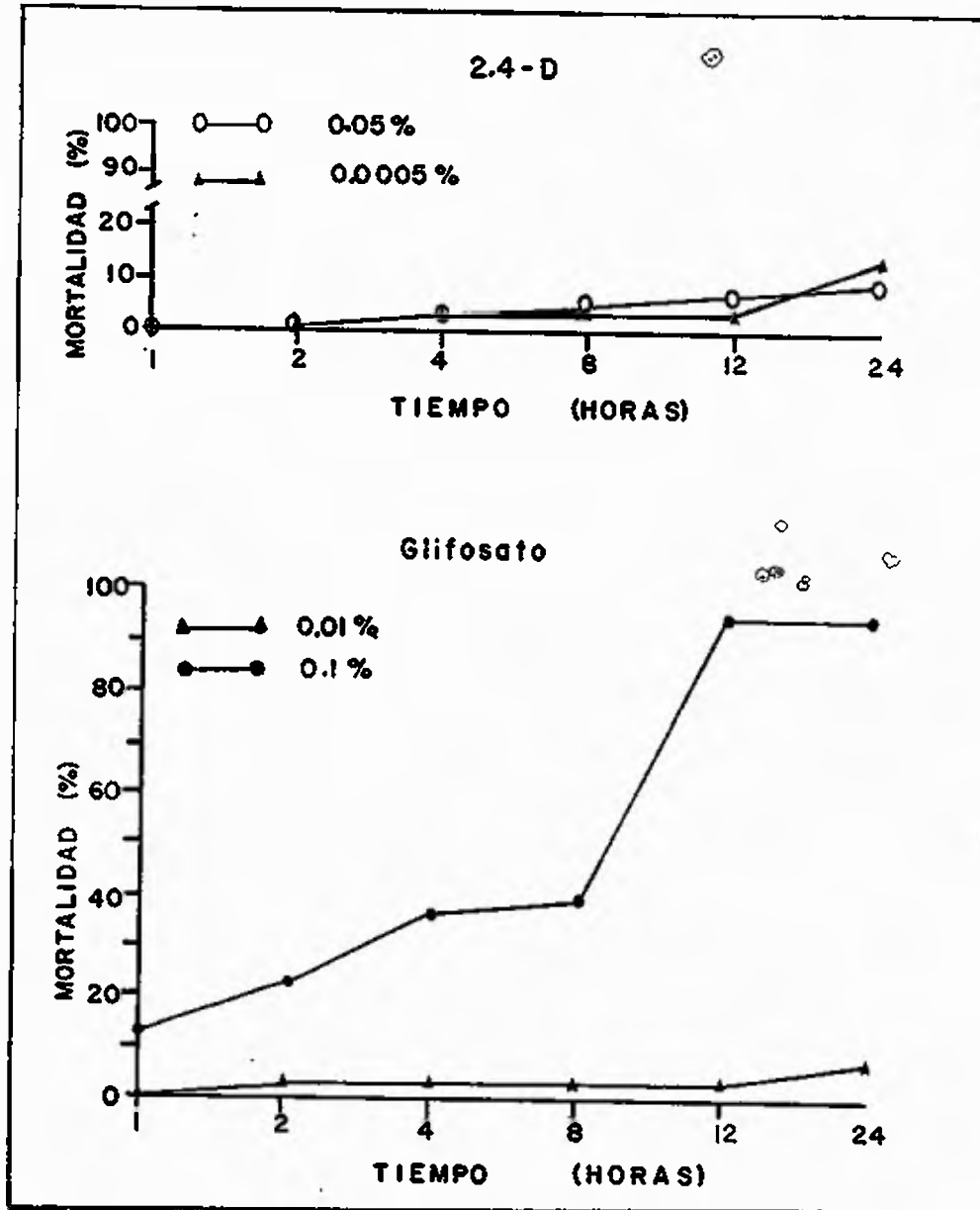


Figura No. 10 Porcentaje de mortalidad vs tiempo (horas).

c. La mortalidad observada fue el resultado del efecto directo (toxicidad), del tratamiento químico, aunque sólo tuvo significancia en la concentración mayor de Glifosato.

CONCLUSIONES

1. Mansonia titillans y Aedeomyia squamipennis, fueron las especies que predominaron en las colectas.

2. Mansonia titillans se observó asociada principalmente con Pistia stratiotes, y Aedeomyia squamipennis con Jussiaea natans.

3. La dispersión espacial de las larvas de Mansonia titillans y Aedeomyia squamipennis resultó fuertemente contagiosa, observándose una tendencia de agregación.

4. Los herbicidas, en las dosis empleadas en el campo, no ejercieron un efecto directo (tóxico) sobre la población larval de las especies de mosquitos estudiadas.

5. Para Mansonia titillans el efecto de los herbicidas fue indirecto, induciendo inicialmente un aumento en la concentración de larvas en las raíces.

6. Cyperus sp. y Luzeola sp., no fueron utilizados como hospederos alternos, ya que se colectaron muy pocas larvas en estas malezas.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados del presente trabajo y algunas interrogantes que surgen del mismo, es recomendable, para futuras investigaciones lo siguiente:

1. Realizar una evaluación más continua con relación a la comunidad de plantas, para cada estación.
2. Realizar una evaluación más continua con relación a la densidad de larvas, por maleza, en cada estación.
3. En base al No. de larvas/planta, utilizar sólo las malezas y estaciones donde se registren mayor cantidad de larvas.
4. En base al No. de larvas/planta, determinar el número mínimo de muestras que se debe coleccionar, por maleza, en cada estación.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1974. Asesores Ecológicos S.A.. Proyecto de estudio sobre Vegetación Acuática Superior y su control. Informe final. Fotocopiado 138 pag.
- Anónimo. 1976. National Academy of Sciences. Making Aquatic Weeds Useful: Some perspectives for developing countries. Wash. D.C., 174 pag.
- Arnett, R.H. 1950. Notes on the distribution, habits, and habitats of some Panama Culicines (Diptera: Culicidae). Part. IV Ecology. Jour. New York Ent. Soc. Vol. 58 : 99-15.
- Assem, J.V.D. 1958. Mansonia (Mansonioides) bonnewepterae spec. nov. (Culicidae) with notes on habits and breeding place. Trp. Geogr. Med. 10 : 205-212 illus.
- Baerg, D.C. y O.E. Sousa. 1974. The prevalence of trypanosomes and microfilaria in Panama monkeys. Amer. Jour. Trop. Med. Hyg. 23 (5) : 862-868.
- Boreham, M.M. 1970. The Bionomics of Mosquitoes of the genera Mansonia and Coquilletidia, (Tribe Mansoniini), occurring in the Chagres River, Panama Canal Zone. Research Report. 185 pag.
- Brooker, M.P. y R.W. Edwards. 1974. Effects of the herbicide paraquat on the ecology of a reservoir. III Fauna and general discussion. Freshwat. Biol. 4 (4) : 311-335.
- Candanedo, C. 1978. Lago Bayano : Formación, Manejo y Control. Fotocopiado. 36 pag.
- Carpenter, S.J. 1952. Mansonia indubitans Dyar and Shannon, in Panama. Mosq. News. 12 (1) : 27-28.
- Coluzzi, M. y C. Contini. 1962. The larva and pupa of Mansonia buxtoni (Edwards), 1923 (Diptera, Culicidae). Bull. Ent. Res. 53 : 215-218.
- Conover, W.J. 1980. Practical Nonparametric Statistics. Second Edition. John Wiley and Sons. 495 pag.
- Cook, C.D.K. et. al. 1974. Water plants of the World. A manual for the identification of the genera of

freshwater macrophytes. W. Junk Publ., The Hague. 561 pag.

Corbet, P.S. 1958. Identification of adult Mansonia (Coquilletidia) pseudoconopas Theobald and Mansonia (Coquilletidia) maculipennis Theobald (Diptera : Culicidae). Proc. Ro. Ent. Soc. Lond. (B) 27 : 127-128. illus.

Daniel, W.W. 1984. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Versión en español. Editorial Limusa. 485 pag.

Davis, N.C. 1933. Notes on some South American mosquitoes II. The genus Mansonia, subgenus Rhynchotaenia. Ann. Ent. Soc. Am. 26 : 619-639. illus.

Dunn, L.H. 1918. The lake mosquito "Mansonia titillans" Walk, and its host plant "Pistia stratiotes" Limn., in the Canal Zone, Panama. Entomol. News 29 : 260-269, 288-295.

Dyar, H.G. y F. Knab. 1910. The genus Mansonia. Entomol. News. 21 : 259-264.

-----1916. Eggs and Oviposition in certain species of Mansonia. Ins. Inscit. Mens. 4 : 61-68.

Foote, R.H. y D.R. Cook. 1959. Mosquitoes of Medical Importance. Agricultural Handbook No. 159. U.S.Dep.Agr. 158 pag.

Godfrey, R.K. y J.W. Wooten. 1979. Aquatic and Wetland Plants of Southeastern United States. Monocotyledons. University of Georgia Press. 712 pag.

Guillet, J.D. 1961. Laboratory of observations on the life history and ethology of Mansonia mosquitoes. Bull. Ent. Res. 52 : 23-30.

Hilsenhoff, W. 1966. Effect of Diquat on Aquatic Insects and related animals. Jour. Econ. Ent. 59 (6) : 1520-1521.

Howard, L.O. 1912. The mosquitoes of North and Central America and the West Indies. 1 : 307-316. Carnegie Ins. Wash.

- Kano, R. y S. Hayashi. 1949. Studies of a mosquito, Mansonia (Coquilletidia) ochracea (Theobald). I Notes on the adult and egg stages. Kontyu 17 : 23-26. illus.
- Knab, F. 1913. Changes in the Mosquito Fauna of Panama. Proc. Ent. Soc. Wash. 15 : 40-43.
- Mattingly, P.F. 1971. Mosquito eggs. XVI Genus Mansonia (Sub-genus Coquilletidia Dyar) and genus Ficalpia Theobald. Mosq. Syst. Newal. 3 : 202-210. illus.
- Markell, E.K. y M. Voge. 1976. Medical Parasitology. Fourth Edition. Philadelphia, Saunders. 393 pag.
- McCoy, O.R. 1933. The ocurrence of Microfilaria ozzardi in Panama. Amer. Jour. Trop. Med. 13 (3) : 297-310.
- Pratt, H.D. 1953. Notes on the America Mansonia mosquitoes (Diptera, Culicidae). Proc. Ent. Soc. Wash. 55 (1) : 9-19.
- Pohl. R.W. 1980. Family # 15, Gramineae en: Flora Costaricensis, William Burger (Edit.). Fieldiana Botany, Field Museum of Natural History, New Series No.4, 608 pag.
- Ronderos, R.A. y A.O. Bachmann. 1963. Mansonini Neotropicales (Diptera, Culicidae). Rev. Soc. Ent. Arg. 26 : 57-65.
- Sculthorpe, M.A. 1967. The Biology of Aquatic Vascular Plants. Edward Arnold (Publishers), Ltd. London. 610 pag.
- Snedecor, G.W. y W.G. Cochran. 1980. Statistical Methods. Seven Edition. Iowa State Univ. Press. 507 pag.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. Biometría. Traducción en español. Ediciones H. Blume. Madrid. 832 pag.
- Subramanyam, K.I. 1974. A Systematic Account of Common Indian Aquatic Angiosperms. Botanical Monograph No.3. Gowardhan Kapur and Sons, New Delhi. 190 pag.
- Sucharit, S. et. al. 1982. Improved oviposition medium for Mansonia colonization. Mosq. News. 42 (3) : 357-359.

- Tobby, T.E. y D.J. Macey. 1977. Absence of pigmentation in corixid bugs (Hemiptera), after the use of the aquatic herbicide dichlobenil. Freshwat. Biol. 7 (6): 519-525.
- Way, J.M., Newman, J.F., Moore, N.W. y F.W. Knaggs. 1971. Some ecological effects of the use of paraquat for the control of weeds in small lakes. Jour. Appl. Ent. 8 (2) : 509-532.
- Weldon, L.W. y R.D. Blackburn. 1969. Common Aquatic Weeds. Agricultural Handbook No.352. Agricultural Extension Service, University of Florida. 43 pag.
- Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 679 pag.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice-Hall, Inc., N.Y. 717 pag.

APENDICE

CUADRO A₁

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Pistia stratiotes.

ESTACION No.1

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	0	1	0	1	0
2	0	0	5	0	1	0
3	0	0	2	0	2	0
4	0	0	1	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0
6	0	0	4	0	0	0
7	0	0	1	0	2	0
8	0	1	0	0	4	0
9	0	0	2	0	2	0
10	0	0	0	0	3	0
11	1	0	1	0	0	0
12	0	0	1	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	5	0	0	0	0
16	0	3	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	2	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	1	0	0	0	0
23	1	2	0	0	0	0
24	0	7	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
Total	2	22	19	0	17	0
Promedio	0.08	0.88	0.76	0	0.68	0
Desviación estandar	0.08	3.11	1.69		1.23	

CUADRO A₂

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Pistia stratiotes.

ESTACION No.2						
Colecta	1		2		3	
Especie	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	0	0	29	0	9
2	0	0	0	14	0	1
3	0	0	2	0	0	7
4	0	1	2	34	0	11
5	0	0	0	14	0	16
6	0	0	0	23	0	5
7	0	0	0	20	0	8
8	0	0	0	11	0	2
9	0	0	0	16	0	5
10	0	0	1	0	0	15
11	0	0	5	0	0	5
12	0	1	0	34	0	16
13	0	0	0	19	0	11
14	0	0	3	45	0	2
15	0	0	3	0	0	1
16	0	0	0	10	0	6
17	0	0	1	7	0	19
18	0	0	0	3	0	4
19	0	0	0	16	0	14
20	0	0	0	2	0	11
21	0	0	0	17	0	5
22	0	0	0	23	0	7
23	0	0	1	3	0	15
24	0	0	0	28	0	7
25	0	0	0	12	0	11
Total	0	2	18	380	0	213
Promedio	0	0.08	0.72	15.2	0	8.52
Desviación estandar		0.08	1.71	151.4		26.76

CUADRO A₃

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Pistia stratiotes.

ESTACION No.3

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	3	0	4	0	19
2	2	0	0	20	0	28
3	0	8	0	16	0	10
4	0	14	0	0	0	11
5	0	15	0	6	0	21
6	0	6	4	3	0	20
7	0	10	2	9	0	5
8	1	18	1	1	0	21
9	0	4	0	3	0	13
10	1	6	0	1	0	48
11	2	4	0	5	0	15
12	1	17	0	8	0	26
13	0	1	0	10	0	10
14	0	29	0	35	1	11
15	0	4	4	2	1	15
16	2	13	1	6	0	17
17	0	23	0	11	0	21
18	4	6	0	2	0	32
19	4	1	0	4	0	10
20	1	5	0	3	1	3
21	1	0	4	2	2	1
22	0	5	0	1	3	11
23	0	3	0	4	0	24
24	0	0	0	0	0	9
25	0	0	0	0	0	0
Total	19	195	16	156	8	401
Promedio	0.76	7.8	0.64	6.24	0.32	16.04
Desviación estándar	1.44	60.1	1.82	60.85	0.56	112.62

CUADRO B₁

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans Y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Jussiaea natans.

ESTACION No.1

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	10	0	13	2	0	0
2	0	0	14	2	2	0
3	0	0	1	2	0	0
4	0	0	2	2	2	0
5	2	0	3	1	0	14
6	8	0	0	12	2	0
7	1	0	29	0	1	0
8	0	1	37	1	2	0
9	8	0	32	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0
11	5	0	1	8	0	0
12	2	0	14	0	0	0
13	0	0	0	7	0	0
14	2	0	4	0	0	0
15	0	0	12	0	0	0
16	11	0	0	0	0	0
17	7	0	13	0	0	0
18	7	0	6	0	0	0
19	6	0	32	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	2	0	12	1	0	0
22	0	0	7	1	0	0
23	1	0	0	0	0	0
24	3	0	0	0	0	0
25	11	0	0	0	0	0
Total	87	1	232	39	9	14
Promedio	3.48	0.04	9.28	1.56	0.36	0.56
Desviación estandar	14.76	0.04	134.96	9.01	0.57	7.84

CUADRO B₂

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans Y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Jussiaea natans.

ESTACION No.2

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	0	1	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	1	0	32	0	4	0
5	0	0	3	13	0	0
6	0	0	0	0	1	0
7	1	0	0	0	0	0
8	0	0	3	0	1	0
9	0	0	0	0	5	0
10	2	0	0	0	0	0
11	0	0	3	0	12	0
12	1	0	0	0	0	0
13	0	0	2	0	0	0
14	1	0	3	1	10	0
15	1	0	6	0	1	0
16	0	0	1	0	4	0
17	0	0	22	0	0	0
18	0	0	29	0	0	0
19	0	0	20	0	16	0
20	1	0	9	0	0	0
21	1	0	13	0	0	0
22	1	0	17	0	0	0
23	3	0	8	2	0	0
24	0	0	33	0	0	0
25	0	0	4	0	0	0
Total	14	0	210	16	54	0
Promedio	0.56	0	8.4	0.64	2.16	0
Desviación estandar	0.59		115.5	6.82	18.47	

CUADRO B₃

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans Y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Jussiaea natans.

ESTACION No.3

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	0	0	1	3	0
2	24	0	1	0	6	0
3	11	0	5	0	4	0
4	36	0	1	0	28	0
5	0	0	2	2	5	0
6	8	0	7	3	1	0
7	0	0	1	0	1	0
8	0	0	24	0	7	0
9	20	0	13	2	2	0
10	0	0	28	3	0	2
11	0	0	9	1	2	0
12	0	0	0	1	17	0
13	0	0	7	0	3	0
14	0	0	15	1	10	3
15	0	0	7	0	7	0
16	0	0	4	0	3	0
17	0	0	39	0	1	0
18	0	0	46	0	0	0
19	0	0	8	0	4	0
20	0	0	0	0	19	0
21	21	0	0	0	12	0
22	27	0	0	0	3	0
23	1	0	0	0	5	0
24	17	0	38	2	3	0
25	0	0	1	0	0	0
Total	165	0	256	16	146	5
Promedio	6.6	0	10.24	0.64	5.84	0.2
Desviación estandar	117.83		189.77	0.99	45.72	0.5

CUADRO C₁

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans Y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Eichhornia crassipes.

ESTACION No.1

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	0	6	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	3	0	2	0	0	0
4	0	0	3	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0
7	0	0	4	0	0	0
8	0	0	2	0	0	0
9	0	0	7	0	0	0
10	0	0	1	0	0	0
11	0	0	9	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
Total	5	0	36	0	0	0
Promedio	0.2	0	1.44	0	0	0
Desviación estandar	0.42		6.25			

CUADRO C₂

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans Y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Richhornia crassipes.

ESTACION No.2						
Colecta	1		2		3	
Especie	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	0	0	3	0	0	0
2	0	0	1	0	0	1
3	0	0	6	0	2	0
4	0	0	1	0	1	0
5	0	0	1	0	2	0
6	0	0	1	0	1	0
7	0	0	1	0	8	0
8	0	0	3	0	1	0
9	0	0	1	0	0	0
10	0	0	1	0	4	2
11	0	0	3	0	1	0
12	0	0	2	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0
14	0	0	0	1	0	0
15	0	0	2	0	0	0
16	0	0	2	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	29	1	20	3
Promedio	0	0	1.16	0.04	0.8	0.12
Desviación estandar			2.06	0.04	3.16	0.19

CUADRO C₃

COLECTA DE LARVAS DE Mansonia titillans Y Aedeomyia squamipennis POR ESTACION, EN Eichhornia crassipes.

ESTACION No.3

Colecta	1		2		3	
	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>	<u>A.squa.</u>	<u>M.tit.</u>
Muestra No.						
1	1	0	2	2	1	3
2	1	0	4	0	0	8
3	1	1	2	0	0	13
4	1	0	1	0	0	11
5	14	0	0	2	0	16
6	1	7	3	0	0	16
7	1	0	0	1	0	6
8	8	1	0	0	0	1
9	3	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	6
11	1	1	0	0	0	3
12	3	0	0	0	0	2
13	1	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	0	4
15	0	0	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	5
17	0	0	0	0	0	2
18	0	0	0	0	0	6
19	0	0	0	0	0	3
20	0	0	0	0	0	2
21	0	0	0	0	0	1
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
Total	36	10	12	5	1	112
Promedio	1.44	0.4	0.48	0.2	0.04	4.48
Desviación estandar	9.76	2.0	1.18	0.33	0.04	23.34