

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**ECOLOGIA LARVARIA DE TRES ESPECIES DE SIMULIIDAE
(DIPTERA: NEMATOCERA) EN UNA COMUNIDAD
ENDEMICA DE ONCOCERCOSIS DEL SUR DE MEXICO**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN
ENTOMOLOGIA MEDICA**

PRESENTA

BIOLOGO RENE ROQUE SOLIS FRANCO

MONTERREY, NUEVO LEON

DICIEMBRE DE 1994

TM

Z 53 2

FEB

1994

56



UAFIL

UNIVERSITY OF ALBERTA LIBRARY

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**ECOLOGIA LARVARIA DE TRES ESPECIES DE SIMULIIDAE
(DIPTERA:NEMATOCERA) EN UNA COMUNIDAD
ENDEMICA DE ONCOCERCOSIS DEL SUR DE MEXICO**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON

**ESPECIALIDAD EN
ENTOMOLOGIA MEDICA**

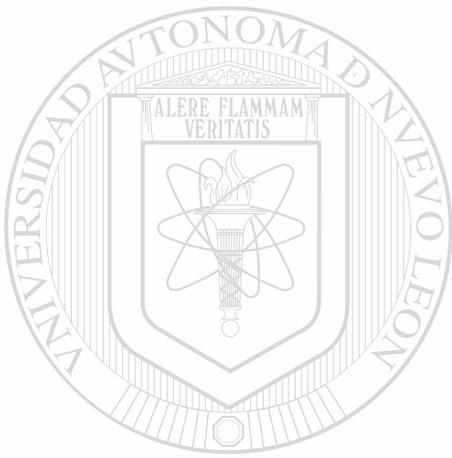
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS PRESENTA

BIOLOGO RENE ROQUE SOLIS FRANCO

MONTERREY, NUEVO LEON

DICIEMBRE DE 1994

TM
Z5320
FCB
1994
S6

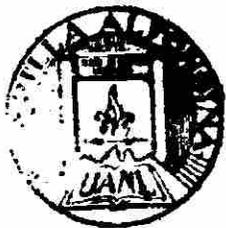


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO TESIS

166754

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**ECOLOGIA LARVARIA DE TRES ESPECIES DE SIMULIIDAE
(DIPTERA: NEMATOCERA) EN UNA COMUNIDAD
ENDEMICA DE ONCOCERCOSIS DEL SUR DE MEXICO.**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN
ENTOMOLOGIA MEDICA**

PRESENTA

BIOLOGO RENE RENE ROQUE SOLIS FRANCO

COMISION DE TESIS

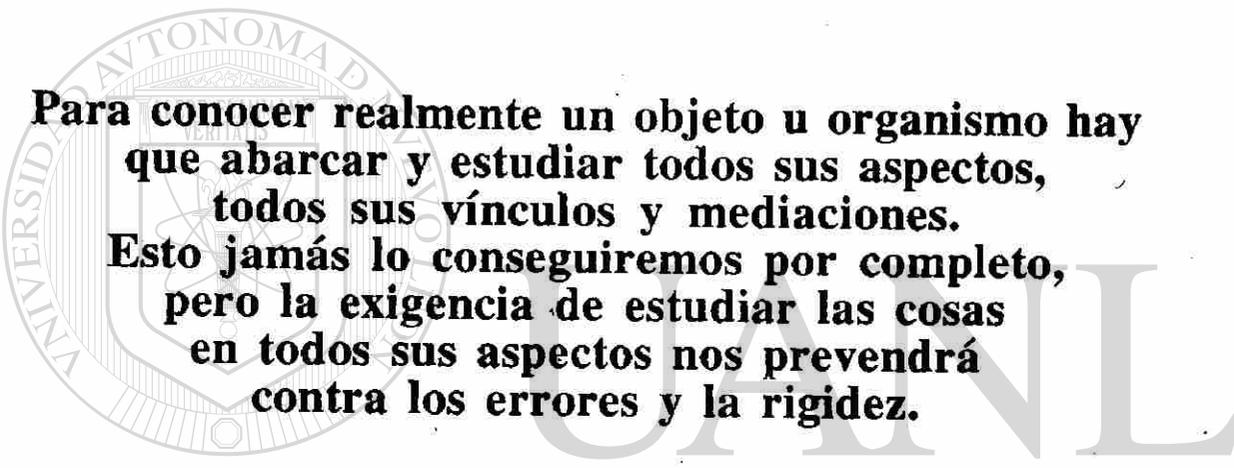
M. C. FILIBERTO REYES VILLANUEVA
PRESIDENTE

M. C. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ
SECRETARIO

Ph. D. ILDEFONSO FERNANDEZ SALAS
VOCAL

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 1994



**Para conocer realmente un objeto u organismo hay
que abarcar y estudiar todos sus aspectos,
todos sus vínculos y mediaciones.
Esto jamás lo conseguiremos por completo,
pero la exigencia de estudiar las cosas
en todos sus aspectos nos prevendrá
contra los errores y la rigidez.**

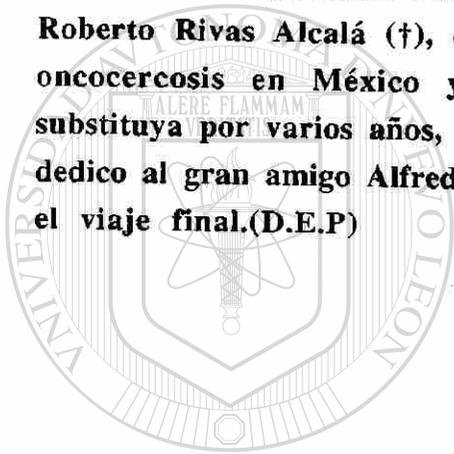
Séneca.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

IN MEMORIA

Esta tesis es dedicada respetuosamente a la memoria del Dr. Adrián Roberto Rivas Alcalá (†), quien fuera el líder de la investigación sobre oncocercosis en México y que difícilmente habra alguien quien lo substituya por varios años, de quien guardo buenos recuerdos, también la dedico al gran amigo Alfredo Ramírez Roveló (†) quien se nos adelanto en el viaje final.(D.E.P)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DEDICATORIAS

A mis padres:

Beatriz Franco Villatoro

y

Hernan Solís Arizmendi

Con el amor y la gratitud que se merecen.

A mis hermanos:

Jaqueline

Roger

Elda

Bellanira

Patricia

De quienes sólo he recibido amor y comprensión.



A mi abuelita
Macrina Villatoro Vda. de Franco
Con todo mi amor y respeto.

A mis sobrinos:

Alex

Lupis

Eder

Montsy

Michelle

Evita

Cuya presencia siempre me recuerda que el tiempo no se detiene.

A mi cuñada Vicky y mis cuñados Alejandro y Mario

Por ser parte de nuestra familia.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RECONOCIMIENTOS ESPECIALES

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por su apoyo para la realización de mis estudios de Maestría (Becario No. 82779)

Al Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) por ser parte de mi desarrollo profesional y por el apoyo y facilidades brindadas para la realización de la tesis.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León (U.A.N.L.), Facultad de Ciencias Biológica y Laboratorio de Entomología Médica por la oportunidad que me brindaron de poder continuar con mi superación académica y profesional.

Al M en C. Filiberto Reyes Villanueva, por ser uno de los impulsores de mi superación profesional, por sus enseñanzas, amistad y asesoría en la realización de este trabajo.

Al Ph. D. Ildelfonso Fernández Salas, por la oportunidad que me brindo de poder llevar a cabo este anhelo, por su amistad, enseñanzas, asesoría y revisión del manuscrito final.

Al M. en C. Roberto Mercado Hernández, por su desinteresado apoyo en la realización del análisis estadístico de los datos, excelente maestro, amigo y por la revisión del manuscrito final.

Al Dr. Jorge Ricardez E. y Dr. Alfredo Dominguez V. por ser quienes me dieron la oportunidad de iniciarme en el maravilloso mundo de la Entomología Médica, además de impulsarme a seguir adelante.

Al M. en C. Humberto Martínez Quiroz, por sus enseñanzas en la Entomología Acuática, sus excelentes comentarios y desinteresada asesoría, sus consejos y por ser merecedor de su amistad.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Alfonso Flores Leal por todas las atenciones para mi persona, y ser un excelente amigo.

Agradecimiento especial a la familia Rodríguez Rámirez y todos los que integran ese núcleo familiar por considerarme como uno de más de ellos y por todas las atenciones que me brindaron durante mi estancia en Monterrey, de quienes siempre guardare los mejores recuerdos.

A Nereida por su apoyo logístico en la elaboración de las gráficas, por su compañerismo, excelente amiga de quien guardare gratos recuerdos.

A Rosario por brindarme su amistad y compañerismo, a su familia por todas las atenciones brindadas, haciendo más grata mi estancia.

A Ezequiel, amigo y excelente compañero de estudio para quien sólo tengo palabras de gratitud.

A Rosi Patiño, por la elaboración de las figuras y por ser una excelente amiga.

A mis conciencias Armando Ulloa y Arnoldo Orozco, excelentes compañeros y amigos por sus comentarios, sugerencias y críticas, les deseo lo mejor.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A todos mis compañeros de la maestría con quienes compartí momentos de alegría, tristeza y angustia (Rosario, Nereida, Cecy, Blanquita, Rosa María, Norma, Adriana, Ezequiel, Jorge, Jaime, Felipe, Andrés, Cuauhtémoc y Eduardo), siempre guardaré buenos recuerdos.

A los Onco-boys del Laboratorio de Entomología Médica del CIES, Anibal, Emilio y Concepción, por su ayuda en la identificación del material y por todo lo que pasamos juntos.

Al Sr. Manuel Abarca, conductor del CIES por el apoyo brindado en la colocación y levantado de las trampas.

A todos los habitantes de la comunidad Las Golondrinas, por las facilidades brindadas para realizar este estudio.

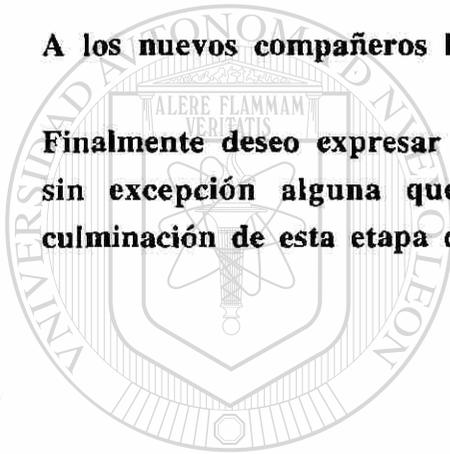
A los buenos amigos y amigas de Nutrición, ICACH especialmente al grupo de los 8 y al Dr. Alfredo Pérez Jacome.

Al gran amigo Salvador Flores y a Gerardo Botello.

A la Sra. Irma González R. por todas las atenciones brindadas en el Laboratorio.

A los nuevos compañeros les deseo lo mejor.

Finalmente deseo expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas, sin excepción alguna que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de esta etapa de mi formación.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

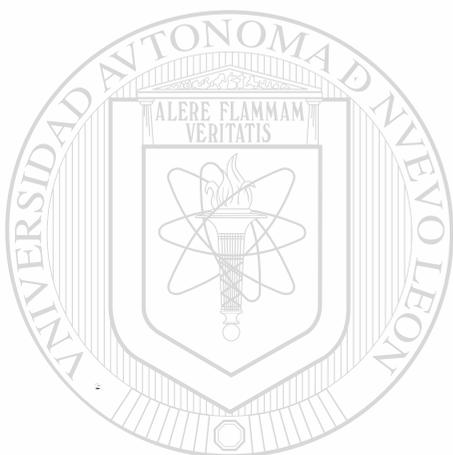
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CONTENIDO

Resumen	
I.- Introducción	1
II.- Importancia	3
III.- Objetivos	4
IV.- Hipótesis de trabajo	5
V.- Planteamiento del problema	6
VI.- Originalidad	7
VII.- Antecedentes	8
7.1.- Origen y difusión de la endemia	8
7.2.- Etiología y patología	8
7.3.- Ciclo vital del parásito	9
7.4.- Mecanismos de transmisión	11
7.5.- Transmisores	11
7.6.- Condiciones ecológicas	14
7.7.- Medio ambiente humano	14
7.8.- Ecología larvaria	15
VIII.- Material y metodos	19
8.1.- Area de estudio	19
8.2.- Selección de los arroyos-criadero	19
8.3.- Metodos de colecta	20
8.4.- Parámetros ambientales	20
8.5.- Parámetros físico-químicos	21
8.6.- Análisis estadístico	21
IX.- Resultados y discusión	22
9.1.- Características de los criaderos	22
9.2.- Condiciones climáticas	23
9.3.- Temperatura de los criaderos	23
9.4.- Variación estacional de las formas inmaduras de <i>Simulium ochraceum</i> , <i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i> .	24
9.5.- Distribución de las formas inmaduras de <i>Simulium</i> <i>ochraceum</i> , <i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i> por criadero	25
9.6.- Distribución de las formas inmaduras de <i>Simulium</i> <i>ochraceum</i> , <i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i> en relación al color de trampa	26

9.7.- Dinámica estacional y distribución de las formas inmaduras de <i>S. ochraceum</i> , <i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i> en relación al ecosistema y tipo de lecho presente en los criaderos	28
9.8.- Densidades de formas inmaduras de <i>Simulium ochraceum</i> , <i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i> en relación a la velocidad del agua y profundidad de los criaderos	29
X.- Conclusiones	34
XI.- Literatura citada	36
XII.- Anexos (Tablas y Figuras)	41



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



RESUMEN

La transmisión de *Onchocerca volvulus* se lleva a cabo por varias especies del género *Simulium*. En México son tres las especies directamente involucradas en la transmisión: *Simulium ochraceum* Walker, *S. metallicum* Bellardi y *S. callidum* Dyar y Shannon. Las formas larvarias viven en arroyos y pequeños ríos de montaña, habitats que en las áreas endémicas son muy abundantes y sobre las cuales influyen poderosamente factores fisiográficos que actúan principalmente sobre estas y que hacen más difícil su control.

En el presente estudio se determinó y precisó los factores ecológicos que determinan la abundancia y variación estacional de las poblaciones larvales de tres especies de simúlidos más comunes en los arroyos-criadero de una comunidad endémica de oncocercosis del Sur de México.

Los resultados obtenidos muestran que la temperatura promedio registrada en el área de estudio osciló entre los 29 °C, mientras que en los criaderos esta estuvo en un rango que fue desde los 17 °C hasta los 22 °C. Con respecto al porcentaje de distribución de las tres especies en cada uno de los criaderos este fue de 44.3 % y 50.4 % para *S. ochraceum* en los criaderos 1 y 3, mientras que para *S. metallicum* y *S. callidum* este fue de 67 % y 55 % respectivamente en el criadero 4.

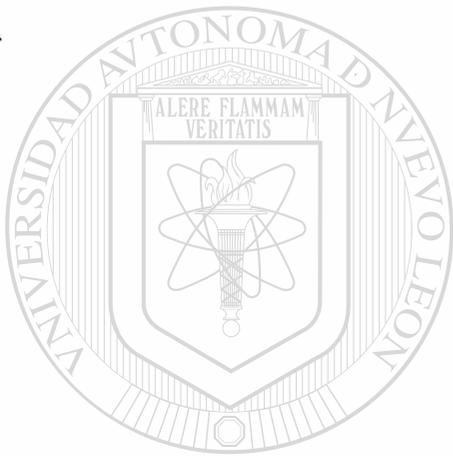
La distribución estacional para las tres especies en su más alta densidad fue observada en el mes de marzo con una media poblacional de 96.87 larvas para *S. ochraceum*, 166.25 larvas para *S. metallicum* y 106.12 larvas para *S. callidum*, existiendo diferencia significativa con respecto a las medias poblacionales observadas en los otros meses ($P < 0.05$).

Con respecto al color de trampa se observó en los totales de las tres especies una mayor fijación hacia las trampas de color verde con un total de 5,527 larvas, mientras que en las trampas de color blanco el total de larvas colectadas fue de 3,855, existiendo diferencias significativas, por otra parte en lo relacionado al ecosistema el mayor número de larvas de las tres especies fue colectado en arroyos cuyo ecosistema predominante era el denominado "cafetal" con 1,037 larvas de *S. ochraceum*, 4,347 larvas de *S. metallicum* y 1,562 larvas de *S. callidum* y el cual se encontraba presente en los criaderos 1 y 2, ahora bien, para el tipo de lecho (substrato del fondo) el mayor número de larvas de *S. ochraceum* fue colectado en criaderos cuyo tipo de lecho estaba constituido por grava con 1,979 larvas, mientras que para *S. metallicum* y *S. callidum* el mayor número de larvas colectadas fue en criaderos cuyo lecho estaba constituido por arena con 3,536 y 1,203 larvas respectivamente.

Finalmente se observó que el desarrollo y la distribución de *S. ochraceum* con respecto a la velocidad de la corriente y profundidad de los criaderos se encuentra en un

rango de 2.1 a 2.3 cm de profundidad y una velocidad de 63 cm/seg., no así para *S. metallicum* y *S. callidum* especies en las que se observó una preferencia por profundidades y velocidades de corriente del agua mayores, cayendo dentro de un rango de 5.1 a 14 cm de profundidad y 80 cm/seg de velocidad de la corriente.

Estos resultados obtenidos sugieren que la distribución de las formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en los criaderos y en particular por cierto tipo de habitat esta determinado por la interacción de factores bióticos y/o abióticos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



I.- INTRODUCCION

La oncocercosis es una enfermedad crónica causada por *Onchocerca volvulus* Leuckart y transmitida por varias especies de simúlidos del género *Simulium*. Desde el punto de vista epidemiológico se caracteriza por ser una enfermedad endémica que afecta a más de 30 millones de personas, en focos más o menos bien delimitados en Africa Occidental, Asia (Península Arábiga) y en la región Neotropical (América Central y América del Sur), constituyendo una de las seis enfermedades tropicales sujetas a control urgente por parte de la OMS (1989).

Desde el punto de vista de salud pública, la importancia de la oncocercosis no sólo depende de la alta prevalencia que alcanza en los focos endémicos, sino también de la gravedad de las lesiones oculares que produce. Se ha estimado que sólo en la región del Alto Volta (Africa) hay 70,000 ciegos, la mayoría de ellos a causa de la oncocercosis donde se le ha denominado "ceguera de los ríos".

La oncocercosis difiere entre los distintos focos por factores geográficos, bioclimáticos, entomológicos, parasitológicos y clínicos. El conjunto de factores involucrados son los que determinan la expresión clínica de la enfermedad en cada foco. Así por ejemplo, en Africa se distinguen dos grandes zonas bioclimáticas en el área endémica de oncocercosis: Las áreas de sabana seca, donde el transmisor principal del parásito es *Simulium damnosum* Theobald y las áreas de selva húmeda donde el parásito se transmite por *Simulium yahense* Vajime & Dunbar y otros vectores. En ambas zonas la oncocercosis presenta manifestaciones clínicas distintas.

En el continente americano la oncocercosis se presenta en seis países: Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela, Guatemala y México. En 1990 se reportaron un total de 105,600 casos en los seis países de un total de población en riesgo de contraer la enfermedad de 5.25 millones (Informe IACO, 1991). Varias especies de simúlidos han sido identificadas como vectores principales de la región. En Guatemala y México el vector principal es *Simulium ochraceum* Walker siendo las manifestaciones clínicas de la enfermedad muy similares en ambos focos. En Ecuador y Colombia sobre la Costa Pacífica existen focos de oncocercosis, donde el principal vector es *Simulium exiguum* Rouhaud. En Venezuela se ha incriminado como vector principal *Simulium metallicum* Bellardi, mientras que en Brasil se sospecha que el vector es *Simulium guianense* Wise.

En México las zonas endémicas están localizadas hacia dentro de la Costa del Pacífico, en valles relativamente inaccesibles que descansan sobre la Sierra de Juárez en Oaxaca, vertiente norte y sur de la Sierra Madre de Chiapas y en las estribaciones de la Sierra de Zontehuitz, a alturas de 200 a 1200 msnm. La endemia está dividida en tres focos : 1) el foco norte de Oaxaca, con 101 localidades hipocendémicas (< 25% de prevalencia) y 5 mesoendémicas (25 - 50% de prevalencia, en una superficie de 4,250 km², la población en riesgo estimada para marzo de 1993 fue de 123,556 habitantes y de ellos 3,160 se registraron como enfermos; 2) el "foco Chamula", al norte de Chiapas con 21 localidades positivas en una superficie de 1376 km² y 3) el "foco soconusco", al sur de Chiapas con 692 localidades positivas en una superficie de 11,274 km². En los dos focos de Chiapas viven 190,061 personas expuestas al riesgo, y de ellos 20,881 se registraron como enfermos (estimado en Junio de 1992). Los niveles de endemicidad por localidad son: 506 hipocendémicas, 148 mesoendémicas y 59 hiperendémicas (> 50% de prevalencia) (PCO, 1992).

La región norte de Chiapas no se considera como un foco endémico verdadero. Este se originó por migraciones de grupos indígenas desde la región cafetalera del Soconusco y no se ha demostrado transmisión autóctona de oncocercosis. El foco sur de Chiapas es el más importante por su extensión territorial y por su continuación epidemiológica y geográfica hacia el oriente hasta Guatemala con el "foco Huehuetenango". En esta zona existe un marcado movimiento migratorio durante la cosecha de café, que conduce a la diseminación del padecimiento. En cambio el foco oaxaqueño no tiene conexión epidemiológica o geográfica con los focos Chiapanecos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II.- IMPORTANCIA

Dentro de los parámetros epidemiológicos de las enfermedades transmitidas por artrópodos, son de gran importancia los estudios sobre dinámica poblacional, sea de larvas o de adultos, así como estudios sobre la distribución espacial de las poblaciones vectoras en una determinada área de transmisión. Ellos orientan inicialmente sobre cuando, donde y en que medida se podría estar dando la transmisión, información a su vez básica para el diseño de estrategias de control de la enfermedad.

De ahí que es de suma importancia determinar la dinámica de la transmisión de la oncocercosis en varios de los focos aún poco estudiados; esto permitiría responder a muchas de las interrogantes anteriormente planteadas y diseñar estrategias específicas de control para cada país. Esto se vuelve aún más urgente cuando no se conoce lo suficiente de los vectores y de la transmisión. Por lo que los estudios entomológicos y epidemiológicos, no sólo deben tener valor como herramienta en la evaluación del tratamiento, sino también como parte de la línea base necesaria para un futuro control integrado de la oncocercosis.

El futuro de la investigación en el campo de la oncocercosis debe proponerse el diseño de nuevas técnicas de levantamiento entomológico que permitan obtener los datos de las poblaciones de adultos y larvas de una manera más eficiente y menos costosa en horas/hombre.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

III.- OBJETIVOS

3.1.- Objetivo general

Determinar la ecología de las poblaciones larvarias de las diferentes especies de simúlidos localizados en los arroyos-criadero de una comunidad endémica de oncocercosis del sur de México.

3.2.- Objetivos particulares

3.2.1.- Determinar los cambios estacionales de las poblaciones larvarias de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectados en los arroyos-criadero de la comunidad "Las Golondrinas", Acacoyagua, Chiapas, México.

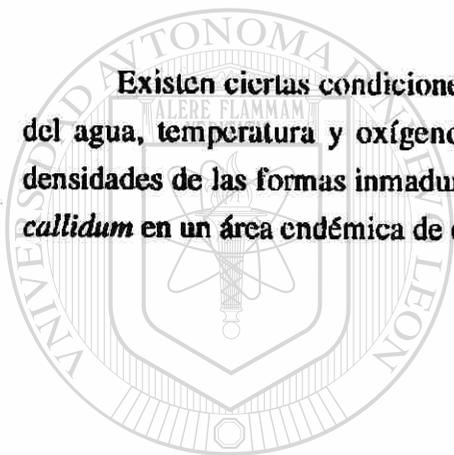
3.2.2 - Definir las condiciones físico-químicas que caracterizan los arroyos-criadero y su relación con las densidades de las formas inmaduras de las tres especies de simúlidos.

3.2.3.- Conocer la relación entre la profundidad de los arroyos-criadero y las densidades de las formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectados en cuatro arroyos de la comunidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

3.2.4.- Conocer la relación entre el tipo de ecosistema y tipo de lecho (substrato del fondo) predominante en los cuatro criaderos con las densidades de las formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en la comunidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

IV.- HIPOTESIS DE TRABAJO

Existen ciertas condiciones abióticas tales como precipitación pluvial, velocidad del agua, temperatura y oxígeno disuelto de los arroyos-criadero que determinan las densidades de las formas inmaduras de las especies de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en un área endémica de oncocercosis en el Sur de México.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

V.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transmisión de la filaria *Onchocerca volvulus* Leuckart la efectúan las hembras de simúlidos y en la limitación del área donde ocurre influyen poderosamente factores fisiográficos que actúan principalmente sobre las larvas de estos.

Como en muchos lugares del Estado de Chiapas la única posible indicación climatológica es la altitud, este dato ha sido utilizado hasta donde se ha podido, pues no hay cifras suficientes de temperatura, precipitación pluvial, humedad, velocidad del viento, etc., que aportarían precisión a las observaciones.

Las altitudes mismas son sólo una aproximación, pues dado lo accidentado del terreno en una misma localidad, puede haber desniveles de centenares de metros.

Es importante precisar los factores antecológicos que determinan la abundancia y variación estacional de las poblaciones larvales de las especies de simúlidos involucradas en la transmisión de la oncocercosis en México, para de esta forma fundamentar los trabajos parasito-entomológicos y epidemiológicos cuya mira principal es la del control de la enfermedad.

Por otro lado, el registro de variables entomológicas se requiere para la evaluación cuantitativa de la transmisión de la endemia en el campo. Un conocimiento completo de la biología de los vectores, permitirá tener un mayor número de opciones para establecer un programa de control integrado de la enfermedad. Toda esta información será de gran utilidad para plantear estrategias de control del vector mediante insecticidas. Primero es necesario conocer en detalle cómo es que vive en forma natural, para seleccionar el tiempo y lugar óptimo para la aplicación de un determinado insecticida posteriormente.

Por otra parte, el saber cómo vive también es factor clave para intentar su colonización en el laboratorio. Producir larvas y adultos del vector primario *Simulium ochraceum* es la base para múltiples experimentos básicos aplicados.

VI.- ORIGINALIDAD

El presente estudio pretende generar información básica sobre la ecología de las formas inmaduras de tres especies de simúlidos, ya que en México son pocos los estudios que se han realizado al respecto. Este conocimiento permitirá ahorrar considerables recursos económicos y humanos, al comprender el problema y combatir de manera eficiente y eficaz al vector. Actualmente se cuenta con una gran variedad de sustancias químicas y biológicas, así como equipo de aplicación y medidas de ingeniería sanitaria que pueden ser utilizadas en el combate de estos vectores.

Por lo tanto, la originalidad de este estudio radica en la información que se obtenga sobre las formas inmaduras de las tres especies de simúlidos vectores de la oncocercosis en México. Los estudios fundamentales de la ecología local de los transmisores sentará bases para el diseño de procedimientos propios adaptados al tipo de terreno, vegetación, comunicación, densidades del vector y en recursos económicos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

VII.- ANTECEDENTES

7.1.- Origen y difusión de la endemia.

Se dispone de datos históricos para opinar que probablemente la oncocercosis llegó a México, con el transporte de esclavos procedentes de las zonas infectadas, del occidente de Africa.

La endemia en Oaxaca tuvo lugar cuando México era colonia española y arribaban a sus costas esclavos desembarcados en Veracruz y Alvarado, los cuales se establecieron en la porción baja de la cuenca del río Papaloapan, un poco al norte de la región conocida hoy como oncocercósica. Paulatinamente la población negra se fue extendiendo hacia el sur, en áreas más altas infectadas de simúlidos y en condiciones ecológicas favorables para la transmisión; así el padecimiento se difundió entre los indígenas hasta la distribución actual en Oaxaca.

Respecto al "foco Soconusco", en Chiapas se duda si la enfermedad llegó de Guatemala a México o viceversa, pues hay argumentos para opinar en uno y otro sentido. Existe la versión de viejos pobladores indígenas de la región de Monte Cristo y Siltepec, o sea la porción central e hiperendémica del foco sur oncocercósico, que afirman que hasta los primeros años de este siglo, poco después de la lluvia de ceniza, se empezó a observar entre los habitantes la enfermedad de la ceguera a partir de la erupción del volcán Santa María en Guatemala, lo cual causó considerables daños, al dejar por un tiempo sin posibilidad de cultivo vastas áreas del occidente de Guatemala, lo que dió origen a movimientos migratorios de campesinos guatemaltecos, que se establecieron en los municipios de Amatenango de la Frontera, Motozintla, Chicomuselo, Siltepec y Angel Albino Corzo, Chiapas (Benitez, 1946).

7.2.- Etiología y patología.

El agente causal de la enfermedad en México, es *Onchocerca volvulus*, nemátodo filiforme de extremidades romas, blanco opalescente, con marcados engrosamientos transversales en su cutícula, reforzadas en su parte externa por engrosamientos espirales; en estado de filarias adultas se encuentran enrolladas dentro de los nódulos; sin embargo,

algunos autores afirman haberlas encontrado libres en los tejidos, sus divisiones y estructura interna y externa varían, según se trate de la hembra o del macho, pues la primera mide de 350 a 500 mm. de longitud y 0.27 a 0.40 mm. de grosor, con un tubo digestivo delgado y corto y un útero muy desarrollado que ocupa más de la mitad del cuerpo de la hembra; en cambio el macho tiene de 18 a 32 mm. de longitud por 0.13 a 0.21 mm. de diámetro, con su extremidad caudal encorvada en forma de gancho hacia la cara ventral y que presenta papilas caudales y perianales y dos grandes espículas desiguales en tamaño, que se proyectan por la cloaca y que le sirven para la cópula.

Los parásitos llegados a la madurez sexual, copulan dentro del nódulo, poco después las hembras, pues los *onchocercas* son parásitos vivíparos, expulsan gran número de microfilarias que miden de 0.20 a 0.30 mm. de largo por 0.006 a 0.008 mm. de diámetro, son formas larvarias de movimientos vivaces que se localizan principalmente en la piel y ojos.

Las filarias adultas no causan directamente lesiones patológicas importantes, en cambio las microfilarias producen en piel y ojos, cuadros inflamatorios agudos y crónicos, que en el caso del aparato de la visión pueden conducir hasta la ceguera completa, misma que es producida por toxinas proteolíticas liberadas por las microfilarias (Alvarez, 1962).

7.3.- Ciclo vital del parásito.

Las filarias adultas se encuentran en los oncocercomas, y lo común es que concurren de ambos sexos, enrolladas y en el espesor de un extremo central menos denso que el de la periferia. Cuando se seccionan los oncocercomas que hayan evolucionado seis y más meses, se observa que el útero de los parásitos hembras, tienen abundantes huevos y microfilarias con movimientos vivaces que son expulsadas al exterior y emigran a la piel y los ojos.

Los trabajos de Salazar -Mallen (1962), permitieron demostrar *in vitro* que las microfilarias de *O. volvulus* liberan enzimas proteolíticas en determinadas circunstancias, por lo que se supone que para su desplazamiento combinan la acción de esas enzimas y los movimientos activos.

Las microfilarias de *O. volvulus*, no invaden la corriente sanguínea como otras filarias, encontrándose con alguna frecuencia en vasos y ganglios linfáticos, en la orina, líquido cefalorraquídeo y algunas vísceras en muy raras ocasiones, lo que indica que las formas larvianas tienen predilección por la piel y los ojos. Las microfilarias pueden vivir en la piel de los enfermos varios años; Mazzotti (1949), pudo demostrar este hecho en enfermos oncocercosos, quienes después de ser totalmente desnudizados y retirados de las zonas de transmisión, encontró que las microfilarias persistían en las biopsias cutáneas hasta cinco años después. Por lo que se refiere a los parásitos adultos, con alguna frecuencia las brigadas médico quirúrgicas del programa contra la oncocercosis extirpan tumoraciones viejas hasta de 8 y 10 años de evolución en personas renuentes a la acción sanitaria, en las cuales se encuentran filarias vivas. En ningún caso las microfilarias de la piel evolucionan *in situ* a su etapa adulta, pues les es indispensable su paso por el vector para convertirse en infectante. Las manifestaciones clínicas que con mayor frecuencia se observan en los enfermos oncocercosos son tumoraciones o nódulos de tamaño variable.

En México, se localizan principalmente en la cabeza (70%) y son menos frecuentes en el tronco y en las extremidades, siendo su número muy variable de uno hasta cinco nódulos o más, habiéndose encontrado al principio de la campaña oncocercósica (1929) personas hasta con 30 nódulos. Su tamaño varía desde el de una lenteja, hasta el de un huevo de paloma o gallina pequeño, duros y de adherencia hacia los tejidos vecinos lo cual permite desplazarlos en la palpación. La dermatosis que se presenta en la fase crónica del padecimiento produce tres tipos de lesiones, que se observan frecuentemente en forma sucesiva en los enfermos oncocercósicos: el primer tipo o tipo agudo se caracteriza por manifestaciones de piel edematosa, tensa y caliente, enrojecimiento, prurito y por lo general poco doloroso, síndrome conocido como "erisipela de la costa", por su semejanza con la erisipela estreptocócica. Este cuadro dura pocos días, para pasar al tipo subagudo que presenta diversos aspectos según su tiempo de evolución, pero el más frecuente observado consiste en zonas edematosas con límites difusos, que afectan principalmente la cara, de aspecto similar a la equinosis ligera por su coloración morado-verdosa y que le ha valido el nombre de "mal morado", con edema indoloro que no deja fovea a la presión y provoca una sensación de tirantez *in situ* con ardor o prurito ligero; por último, el oncocercoso que padece en forma permanente o repetidas veces las manifestaciones antes descritas, presenta lesiones cutáneas degenerativas crónicas, la piel se hace reseca, flácida, arrugada, sobre todo en la cara en donde es muy frecuente que se formen grandes pliegues colgantes que dan al enfermo el aspecto de viejo y que es conocida como como "facies leonina" o "cara de perro". El

enfermo puede presentar simultáneamente lesiones de los tres tipos descritos (Mazzotti, 1962).

Los síntomas oculares más frecuentes y tempranos son la conjuntivitis, le siguen la queratitis, iritis y corioretinitis, que producen disminución de la agudeza visual y conllevan a la ceguera total (Mazzotti, 1962).

7.4.- Mecanismos de transmisión.

Cuando el oncocercoso sufre el ataque de un simúlido hembra, la proboscis de ésta produce una laceración de tejido con extravasación de sangre y salida de microfilarias de la dermis, que son ingeridas por el insecto y que unas horas después penetran en sus músculos torácicos, donde permanecen unos tres o cuatro días, durante los cuales aumenta su longitud y diámetro y se convierten en "formas de salchichas", después de un período de otros dos o cuatro días, se alargan y engruesan más todavía, hasta triplicar sus dimensiones, adquieren movimientos enérgicos, última fase evolutiva de las microfilarias, que es su forma infectante y emigran a la cabeza del simúlido a las regiones contiguas a su aparato succionador. Al llegar otra vez el simúlido pone su boca en contacto con la piel lacerada, sobre todo su labium en donde se encuentra la mayor cantidad de larvas metacíclicas, parásitos que se introducen en el nuevo huésped por medio de movimientos activos y se supone que invaden los vasos linfáticos y llegan al sitio en que permanecen y dan lugar a reacciones inflamatorias que originan la formación del nódulo, lo que requiere probablemente un lapso promedio de 3 a 6 meses, ya que por exploración física se ha encontrado lactantes de esa edad con nódulos en su etapa de desarrollo inicial (Chávez,-Núñez, 1979).

7.5.- Transmisores.

Los simúlidos son insectos que taxonómicamente corresponden al orden **Diptera**, suborden **Nematocera**, familia **Simuliidae** y género **Simulium**, que tienen muy amplia distribución en el mundo, desde las zonas ecuatoriales a las zonas árticas. En México están representados por más de 80 especies, distribuidas sobre todo en las regiones húmedas y con ríos o arroyos abundantes (Vargas, 1945a).

Las especies del género *Simulium* pasan por dos etapas en su evolución: la etapa acuática o de formas inmaduras, que comprende las fases sucesivas de huevo, larva y pupa, que tienen desarrollo en corrientes de agua; y la etapa de imago o adulto, ya como insecto apto para el vuelo.

Los criaderos de formas acuáticas de simúlidos son corrientes de agua, debido a que en las fases de larva y pupa tienen requerimientos altos de oxígeno, sobre todo en la primera. Esos requerimientos son más elevados aún, para las especies vectoras en nuestro país y los criaderos de las mismas son arroyos o corrientes muy pequeñas, de curso rápido y aguas saltarinas ampliamente aireadas. Los simúlidos en su etapa adulta son insectos pequeños, de longitud variable entre 3 y 6 mm, de vuelo zigzagante característico, que muestran una prominente joroba, debido al gran desarrollo de los músculos torácicos. Solamente la hembra es hematófaga, que necesita sangre para la generación de huevos, después de la cópula, con proboscis dotada de láminas perforantes, que la hacen apta para picar.

En vista de que la biología y sobre todo los hábitos de los simúlidos, varían notablemente de una especie a otra únicamente haremos mención de las especies consideradas transmisoras de *O. volvulus* en México.

Se ha comprobado que en nuestro país intervienen en la transmisión de oncocercosis, las siguientes especies: *S. ochraceum*, sin duda el vector más importante; *S. metallicum*, segundo en importancia respecto a transmisión; y *S. callidum*. Algunos investigadores incluyen a otras especies, *S. gonzalezi*, *S. veracruzianum* y *S. haematopotum* como transmisores en escala reducida, pero no se ha evidenciado que los sean.

La duración de las diferentes fases de su etapa acuática es variable, sobre todo en relación con la temperatura de las corrientes, pero se admite que los márgenes de duración promedio son los siguientes: fase de huevo, de 4 a 6 días; larva, entre 18 y 30 días; y para la pupa de 5 a 6 días. Las formas acuáticas se encuentran sobre todo en hojas o tallos de la vegetación emergente o yacente en los arroyos, observándose que eluden los vegetales muertos (Vargas, 1952).

Los simúlidos adultos son de hábitos diurnos y las hembras de las especies transmisoras muestran notable preferencia por picar en la primera parte de la mañana o al caer la tarde. El ataque de los simúlidos tiene lugar principalmente en el campo y fuera de las habitaciones, pero en las zonas de alta densidad y con casas de construcción primitiva, también pican en el interior.

No se conocen los sitios de reposo de los vectores, ya sea durante el día o por la noche. Sin embargo, Reyes y Rodríguez (1994) realizaron un estudio para determinar el estado trófico, estado oogenico y la inseminación de las poblaciones en reposo de tres especies de simúlidos en Chiapas, estos autores mencionan que los sitios de reposo para estas especies son principalmente lugares sombreados cercanos a rocas y arboles. La duración de vida en la etapa adulta no se conoce hasta ahora, pero se estima que es de 3 a 4 meses. La instalación de criaderos artificiales para estudio de las especies vectoras ha tenido reducido éxito en general, pero particularmente respecto a *S. ochraceum*, cuyos adultos sobreviven muy poco al cautiverio, mostrando nulo interés por alimentarse y efectuar la cópula o las oviposuras, por lo cual todavía existen algunas interrogantes respecto a esta especie (Chávez-Núñez, 1979).

Por otra parte Collins y Cols. (1992) llevaron a cabo un estudio para estimar la tasa de sobrevida y ciclo gonotrófico de *S. ochraceum* bajo condiciones de campo en tres localidades de Guatemala, utilizando el método de captura-marcaje-recaptura en las estaciones de sequía y lluvia encontrando que la tasa de sobrevida en la estación de sequía fue de 17.8 % para el segundo ciclo gonotrófico y de 4.9 % para la estación de lluvia, sin embargo, al ser estimado para el segundo más el tercer ciclo gonotrófico en los meses de febrero y marzo esta fue de 4.7 %. Estos resultados sugieren que las variaciones estacionales de la temperatura ambiental tienen un efecto sobre la duración del ciclo gonotrófico y sobrevivencia de *S. ochraceum*.

7.6.- Condiciones ecológicas.

Los factores ecológicos que condicionan la existencia de las infecciones oncocercósicas en nuestro país son: relieve geográfico muy accidentado con altitudes entre los 300 y 1,600 msnm, clima templado con oscilaciones termométricas reducidas, precipitaciones pluviales abundantes con humedad atmosférica elevada, red hidrográfica formada por numerosas corrientes de escaso caudal y fuerte declive y vegetación exuberante (Chávez-Núñez, 1963).

En las áreas de poca altitud, calurosas y poco abruptas, la endemia alcanza niveles bajos, y en la parte elevada de la sierra a más de 1,800 msnm, no hay transmisión de oncocercosis y los casos localizados de la enfermedad en los núcleos de población establecida en dicha altitud, no presentan peligro, pues no dan lugar a nuevas parasitosis, como un ejemplo típico se tiene al foco sur de Chiapas, cuyos niveles de prevalencia son bajos en las llanuras cercanas a la sierra de la vertiente del pacífico, pero a medida que se va ascendiendo en la mencionada cadena montañosa, localizada entre los 500 y 1,200 msnm, los niveles de infección se elevan y en las zonas más altas, la endemia decrece paulatinamente (Figura 1).

Una proporción considerable de la zona oncocercosa, tiene cultivo de café, y es curioso observar aunque sin ninguna interrelación, el paralelismo que existe entre las condiciones ecológicas que propician los cultivos cafetaleros y la existencia de oncocercosis en México, pues las regiones endémicas están en el área donde predomina dicho cultivo, aunque hay otros en menor escala, como son el maíz, el cacao, la caña de azúcar, el frijol y la explotación de maderas preciosas (Nettel, 1949).

7.7.- Medio ambiente humano.

La población de los focos oncocercósicos mexicanos corresponde a diversos grupos étnicos. El foco oaxaqueño habitado por tres grupos principalmente: el Chinanteco, Zapoteco y Mazateco, individuos cuyas características físicas son las de ser pequeños de estatura, morenos, pálidos, ojos rasgados, monolingües y cuyos hábitos culturales difieren mucho de lo que pudiera considerarse a los del mexicano citadino actual. En este foco existe un pequeño grupo étnico que pertenece al de los Mexicanos, ubicado en la población de Cuicatlán de Huautla de Jiménez (Rufz-Reyes, 1949).

El foco norte de Chiapas, se encuentra habitado exclusivamente por personas que pertenecen al grupo étnico Tzeltal-Tzotsil. En el foco sur predomina la población mestiza, existiendo períodos de tiempo en los que acuden gran cantidad de trabajadores temporales procedentes de las localidades Tzeltal-Tzotsiles, de otras regiones del Estado y ciudades guatemaltecas que acuden al corte de café y otros cultivos, población flotante que se estima entre 50,000 y 60,000 personas.

El tipo de habitación es variable, de acuerdo a la región, predominando en las partes altas de la sierra las casas construidas con paredes de madera, tejamanil y techos de lámina, en las fincas cafetaleras y rancherías ubicadas al sur, las habitaciones son de material de madera y techos de teja de barro o láminas, generalmente de un solo cuarto (Rufz-Reyes, 1950).

7.8.- Ecología larvaria.

La historia de la oncocercosis en México ha sido ampliamente descrita (Fernández de Castro 1979, Gómez, 1979). También se cuenta con una revisión sobre la biología de los vectores, transmisión y control en Latinoamérica (Shelley, 1988). En México y Guatemala el principal vector es *Simulium ochraceum* (Dalmat, 1955; Ortega y Oliver, 1985) sin embargo, es probable que *S. metallicum* y *S. callidum* también participen en la transmisión, sobre todo en aquellas comunidades con alta prevalencia de oncocercosis mantenida por *S. ochraceum* y donde existe una alta densidad de adultos de poblaciones antropofílicas por la relativa cercanía de criaderos larvarios a la población en riesgo (Porter y Collins, 1988).

En la Sierra Madre de Chiapas (en la zona del Soconusco) y en varias zonas de la cordillera centroamericana de Guatemala se sabe que la distribución de la oncocercosis varía según la altitud sobre el nivel del mar (Robles, 1915, citado por Calderón, 1917); Chávez-Núñez (1963), De León (1963), Ortega y Alvarado (1979). Al parecer la distribución altitudinal de la endemia obedece a la distribución de los arroyos-criadero de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* involucrados en la transmisión de la oncocercosis.

1020091702

Dalmat (1955), en algunas comunidades endémicas de Guatemala, realizó estudios sobre las características de los arroyos-criadero para estas tres especies. Clasificó estos arroyos en varios tipos según el grado de desarrollo que determinó por las condiciones geográficas y fisiotopográficas. Dentro de estas condiciones, la altitud fue una de las principales variables que explicó el tipo y número de arroyos-criaderos existentes para una u otra especie de las mencionadas con anterioridad.

Al respecto Ortega y Oliver (1990) realizaron un estudio sobre la distribución altitudinal y comportamiento estacional de las formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en sectores de arroyo-criadero situados en tres niveles de altitud, de una pequeña pero importante faja de transmisión de la oncocercosis, ubicada entre los 800 y los 1250 metros sobre el nivel del mar, así como la de conocer la relación entre profundidades de los arroyos-criadero y densidades de las formas inmaduras en la región del Soconusco, Chiapas. Concluyeron inicialmente que existe una preferencia de cada especie por determinado tipo de corriente, y que las variaciones observadas por las profundidades de los arroyos-criadero durante el año, influyen de manera determinante y en forma específica sobre las densidades de las formas inmaduras de las tres especies de simúlidos estudiados.

Nettel (1949) mencionó que las especies de simúlidos de las zonas oncocercósicas de México se encuentran en profusión en sitios con características orohidrográficas determinadas, ya que las hembras escogen como sitio de ovipostura pequeños riachuelos que contengan alta proporción de oxígeno disuelto y que presenten vegetación viva o muerta que flote en la superficie líquida, sitios donde se posan con esta finalidad. Tienen marcada preferencia por los climas templados y su densidad en las zonas endémicas baja considerablemente en las áreas un tanto cálidas o frías, de modo que las condiciones óptimas se encuentran entre los 300 y 1,500 msnm. Sin embargo, Hoffmann (1931), Vargas (1945) y Dalmat (1955), entre otros reportaron que *S. ochraceum* prefiere reproducirse en corrientes con velocidades altas, sin playas y alto contenido de oxígeno disuelto. Por tanto, las cuestiones son: ¿por qué la distribución de esta especie es tan diferente a lo largo de una misma corriente?, ¿por qué abundan las poblaciones de *S. ochraceum* a altitudes entre 800 y 1,200 msnm?.

Generalmente las regiones oncocereósicas presentan abundante vegetación, especialmente de cultivos que, como el café establecen la necesidad de mantener árboles de sombra. La vegetación influye indirectamente disminuyendo la acción de los rayos solares, la luminosidad exagerada y manteniendo la humedad relativa absoluta (HRA). En general *S. ochraceum* requiere abundante vegetación, mientras que *S. metallicum* y *S. callidum* se desarrollan bien en regiones de vegetación escasa, sin embargo, aún no se ha determinado si ciertos tipos de vegetación son más favorables que otros para la adherencia y vida de la fase acuática (Peñalver, 1963).

Por otro lado parece que la deforestación afecta los criaderos. Larumbe (1930), observó que mientras mayor y más exuberante es la vegetación mayor es la cantidad de moscos, esto se puede deber a que si existe vegetación baja cercana a las corrientes, probablemente esta proteja a los adultos contra la lluvia.

En Guatemala además de las observaciones de Dalmat (1955) sobre las condicionantes de altitud en la ocurrencia de arroyos-criadero y las variaciones estacionales de las tres especies de simúlidos, existen los estudios sobre el mismo tema de un grupo de investigadores japoneses pertenecientes a la JICA (Japan International Cooperative Agency). Takaoka (1981) estudió la ocurrencia estacional de las larvas y adultos de *S. ochraceum*. Yamagata y cols. (1983) estudiaron la geografía y distribución de corrientes criadero de *S. ochraceum* y Okazawa y cols. (1983) estudiaron a *S. ochraceum* y el tipo de corrientes donde se reproducen. De estos estudios realizados reportaron que existen preferencias de corrientes para cada una de las diferentes especies de simúlidos, destacando la preferencia de *S. ochraceum* por corrientes estables con una profundidad menor de 4 cm, y hallaban más larvas a medida que la profundidad del agua decrecía, y la gran capacidad de *S. callidum* para su fijación en corrientes de alto volumen.

Dalmat (1954), en estudios realizados en Guatemala encontró que el rango óptimo para el desarrollo de *S. ochraceum* en los arroyos era que en ellos hubiese una profundidad de 2.5 a 12.5 cm. y una velocidad de la corriente del agua de 2.5 a 25 cm/seg., sin embargo, estudios realizados por Yamagata y Kanayama (1985) para esta misma especie y en la misma región revelaron que los rangos óptimos son: profundidades de 0.2 a 2 cm, con velocidades de 41 a 66 cm/seg. Estos autores consideran que estas diferencias en relación con lo reportado por Dalmat (1954), pueden en parte ser debidas a los distintos métodos de muestreo empleados, ya que en este estudio únicamente se

consideró 20 metros la longitud de los arroyos en donde se realizaron los muestreos, mientras que en el estudio realizado por Dalmat fueron tomados los valores promedio de la profundidad y longitud de los sitios de muestreo, los cuales eran arroyos de una longitud indefinida.

Vargas (1947, 1948 y 1952), menciona que la velocidad de las corrientes puede afectar a las larvas de simúlidos por diversos mecanismos. por ejemplo, si se duplica la velocidad se aumenta por lo menos cuatro veces el poder abrasivo, además cita que en el campo con frecuencia se observa que el arrastre de arenillas, hojas y ramas provoca el desprendimiento de las larvas y que esto puede ser de importancia. Finalmente asevera que una misma corriente durante la época de lluvias o durante la época de secas puede ser favorable o no al desarrollo de cierta especie, sustituyéndose una por otra u otras al cambiar las estaciones.

Dellome (1978) realizó un estudio sobre los factores físico-químicos en los criaderos de las diferentes especies de simúlidos existentes en la región amazónica del Brasil. Encontró que el pH de estos criaderos es ácido, oscilando entre 3.9 y 5.0. Si comparamos estos datos con los obtenidos por Dalmat (1955) en Guatemala, observamos que de un total de 35 especies de pupas colectadas en diversos cursos de aguas, la mayoría mostró preferencia por criaderos de aguas alcalinas con un pH de entre 7.1 a 7.5.

VIII.- MATERIAL Y METODOS

8.1.- Area de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad ejidal Las Golondrinas, municipio de Acacoyagua, Chiapas, México. Esta situada a 93.3° LO y 14.8° LN, a una altitud de 800 msnm, sobre la Sierra Madre de Chiapas(Figura 2). El ejido comprende una superficie de 10,165 Km² con una población de 345 habitantes de acuerdo a un censo realizado en 1991. El clima de esta localidad es cálido-húmedo a semicálido-húmedo, con una temperatura media anual de 27°C, una humedad relativa media anual de 80% y una precipitación pluvial anual de 273.35 cm. Existen dos épocas climáticas bien definidas: la época de sequía de Noviembre a Abril y la época de lluvia de Mayo a Octubre.

El tipo de vegetación original se clasifica como selva mediana siempre verde, sin predominio de alguna especie y ha sido en gran parte alterada por el hombre al sembrar café. En esta localidad existe poca selva, maizales y potreros en alguna extensión y está rodeada de un gran número de arroyos de aguas temporales y permanentes que son criaderos de larvas de simúlidos, complementada por la ecología particular de cultivos de café.

8.2.- Selección de los arroyos-criadero

Previo a la realización del estudio, se llevó a cabo una etapa de reconocimiento y planeación con la finalidad de localizar el mayor número de corrientes en los alrededores de la comunidad, de las cuales se seleccionaron cuatro arroyos cuyas características orohidrográficas eran semejantes a las requeridas para estas especies tales como: alta proporción de oxígeno, presencia de vegetación flotante viva o muerta, corrientes con caudales pequeños y sombreadas parcialmente para de esta forma tener patrones de comparación (Figura 3).

8.3.- Métodos de colecta

Las colectas de larvas (formas inmaduras de simúlidos) se llevaron a cabo durante un año, realizándose estas en forma mensual iniciando en Septiembre de 1991 y finalizando las mismas en Septiembre de 1992. Las trampas que se utilizaron para la colecta de las formas inmaduras estaban compuestas de tiras de plástico liso de color verde y blanco de 15 cm. de largo por 5 cm. de ancho, las cuales fueron atadas con hilo para pescar (sedal) formando un par (una tira verde y una tira blanca). Estas fueron colocadas en los arroyos-criadero en sitios donde existía una corriente de alta velocidad quedando sumergidas no más de 4 cm. Para cada arroyo-criadero se colocaron 10 pares de trampas, las cuales estuvieron en exposición durante 4 días, al término de los cuales fueron retiradas y las formas inmaduras presentes se separaron de las trampas con la ayuda de un pincel y se colocaron en frascos tableteros de vidrio conteniendo alcohol etílico al 70% para conservación del material colectado. Este material biológico fue trasladado al Laboratorio de Entomología Médica del Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste con sede en la Ciudad de San Cristobal de las Casas, Chiapas, para llevar a cabo la determinación taxonómica, utilizando las claves dicotómicas de Dalmat (1955), Vargas (1945) y Yamagata y Cols. (1983). La observación de las estructuras morfológicas se hizo mediante el auxilio de un microscopio estereoscópico.

8.4.- Parámetros ambientales

En el sitio de estudio se tomaron datos sobre temperatura, humedad relativa y velocidad del viento mediante la colocación de una estación anemométrica Rossbach mod. EM-230. La precipitación pluvial se registró con un pluviómetro Rossbach mod. 220. Estos datos se fueron tomando cada mes durante el tiempo que duró el estudio.

8.5.- Parámetros físico-químicos

En el sitio de colecta, es decir en cada uno de los cuatro arroyos-criadero al momento de llevar a cabo la colocación de las trampas para la fijación de las formas inmaduras, se realizó la determinación de los siguientes parámetros: anchura y profundidad del criadero, velocidad de la corriente del agua, temperatura y pH. Estos parámetros fueron determinados utilizando los métodos convencionales ya existentes (Yamagata y cols. 1983).

8.6.- Análisis estadístico.

Los datos obtenidos en el presente estudio fueron ingresados a una base de datos usando el programa de cálculo Microsoft Excel. Las comparaciones de los estimadores se evaluaron por el programa estadístico SPSS Software, Statgraf y Stat view. Se aplicó una prueba de rango múltiple de Tukey para comparar las fluctuaciones poblacionales en la media de los grupos de los cuatro criaderos. Además, se realizó un análisis de regresión múltiple para comparar las diferencias de la dinámica estacional de las poblaciones larvales en función de la profundidad, velocidad del agua y temperatura, registrada en cada uno de los criaderos; para detectar diferencias en la distribución de las diferentes especies de acuerdo al tipo (color) de trampa utilizado se aplicó una prueba de "t" de Student; finalmente para la comparación de las medias en la distribución estacional de las formas inmaduras colectadas en los cuatro criaderos en función del tipo de ecosistema y lecho presente se realizó un análisis de varianza de tipo factorial y en donde hubieron diferencias en las medias se aplicó una prueba de rango múltiple de Tukey (Zar, 1984).

IX.- RESULTADOS Y DISCUSION.

9.1.- Características de los criaderos.

Es importante señalar de entrada que debido a que la zona de estudio se encuentra localizada en la sierra madre de Chiapas, zona con topografía muy accidentada e irregular, y debido a que en la época de lluvias ocurren muchos deslizamientos y derrumbes en el camino de acceso a la localidad, en el mes de julio no se realizó muestreo por las razones antes mencionadas.

En la Tabla 2 se muestran las principales características ecológicas que presentaron los cuatro criaderos muestreados durante el presente estudio, en el cual se observa que, para el tipo de ecosistema estos correspondieron al tipo de bosque y cafetal, con sombreados total y parcial respectivamente, cayendo en lo que corresponde al tipo hidrológico en la categoría de arroyos con una estabilidad permanente, presentando movimientos de agua de moderado a rápido y cuyo tipo de lecho presente fueron de grava y arena.

Helbig (1964), menciona que la sierra madre de Chiapas se eleva como un muro alpino, en cuyo interior se forman profundas cañadas separadas por cadenas montañosas de valles, además de escalones y planicies separadas por peñascos, siendo los declives de pendientes muy altas. Esta topografía tan quebrada determina que se formen abundantes cursos de agua muy cortos, de corrientes rápidas y escaso caudal.

Peñalver (1963), cita que es característico en México la existencia de los criaderos en corrientes de agua de mediano o pequeño volumen, además de que generalmente las regiones oncocercósicas en México se encuentran en donde existe vegetación abundante y especialmente de cultivos que, como el café, establecen la necesidad de mantener árboles de sombra.

9.2.- Condiciones climáticas.

En el presente trabajo y a lo largo de un año de estudio, los principales factores ambientales que se tomaron en cuenta fueron, la temperatura atmosférica, precipitación pluvial, velocidad del viento y humedad relativa (Tabla 3). Sin embargo, debido al enfoque del estudio consideramos de mayor trascendencia la temperatura la cual osciló en promedio alrededor de 29 °C y la precipitación pluvial, misma que registro los valores más altos en los meses de mayo con 82.5 cm. y septiembre con 105 cm. (Figura 4).

Como en toda enfermedad parasitaria transmitida por insectos, los factores ambientales que configuran la ecología tienen importancia significativa. En la oncocercosis si bien son suficientemente conocidos muchos de estos factores y su influencia en la existencia, mantenimiento y extensión de la endemia, falta aún por determinar el valor de otras causas ambientales, así como el mecanismo mediante el cual puedan actuar.

A este respecto, García (1962) reportó que para el caso de México, las zonas oncocercósicas corresponden a temperaturas anuales medias de 20 °C a 22 °C, con pocas variaciones estacionales, mientras que en lo que a la precipitación pluvial se refiere, hace mención que las áreas oncocercósicas están sometidas al régimen de dos estaciones bien marcadas (seca y lluviosa), por lo que esta es variable oscilando de escasa a abundante, considerando estos puntos de discusión, es importante el registro de estas observaciones ya que son factores que influyen directamente en relación con las formas inmaduras de los transmisores.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

9.3.- Temperatura de los criaderos.

La temperatura del agua de los criaderos muestreados durante todo el estudio, osciló dentro de un rango de 17 °C la mínima registrada en el mes de febrero y de 22 °C la máxima registrada para los meses de septiembre, noviembre y abril (Figura 5). Al parecer este es un factor importante que influye de manera directa en la distribución de las formas inmaduras de simúlidos, tal y como lo reportado por Peñalver (1965) quien dice que la temperatura de los criaderos de las áreas endémicas oscila entre 18 °C y 22 °C y parece ser un factor limitante de importancia en la distribución de los simúlidos, por otro parte Vargas (1952), menciona que en la época calurosa, la cual también corresponde

diferencias que existen entre un foco oncocercósico y otro, diferencias que pueden estar dadas por los factores geográficos y bioclimáticos, y esto es aún más importante si tomamos en cuenta que inclusive esta variación se puede dar en una misma localidad.

Según Vargas (1948, 1948a, 1948b), todo lo que arrastran las lluvias mecánicamente afecta la flora y fauna; al depositarse en el fondo forman un manto que reduce las posibilidades de obtener alimento, ocasionando con esto una disminución en las densidades de las poblaciones larvales.

Otro factor importante a ser considerado, es el material de arrastre tal y como lo menciona Peñalver (1963), el cual dice que la suspensión de materias orgánicas y de microorganismos en el agua es un factor positivo para la existencia de altas densidades larvales de simúlidos, ya que esto favorece la alimentación de las larvas. Sin embargo, el exceso de materias en suspensión, especialmente inorgánicas, tal y como sucede al producirse el arrastre de las aguas en época de lluvia, actúa como un factor mecánico y posiblemente físico-químico que mata larvas y pupas en elevada proporción, disminuyendo las poblaciones larvales en esa época. De alguna forma estas cuestiones presentan cierta similitud con lo observado en nuestros resultados.

9.5.- Distribución de las formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* por criadero.

En la Tabla 5 y Figura 7, se presentan los resultados de la comparación de medias de las poblaciones larvales de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* con respecto a su distribución en cada uno de los cuatro criaderos, y en donde se puede observar que para *S. ochraceum* este tuvo su mayor distribución en los criaderos 1 y 3 con una media poblacional de 37.04 y 42.12, mientras que para *S. metallicum* y *S. callidum* estos presentaron una mayor distribución en el criadero 4 con una media poblacional de 147.33 y 50.45 respectivamente. Estas medias presentan diferencias significativas a las observadas en los otros criaderos de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$).

En México la zona oncocercósica está comprendida entre los 500 y 1,500 metros de altura, lo cual está estrechamente relacionado con la existencia de los criaderos.

Estrada (1963), hace referencia a que *S. ochraceum* es característico de las zonas altas (600-1,500 msnm), mientras que *S. metallicum* se distribuye en altitudes que van de los 900 a 1,500 metros. Por su parte *S. callidum* se extiende hasta zonas más bajas (270 metros) o más altas (1,800 metros). Debido a esto tanto en México como en Guatemala se ha determinado que la distribución de los vectores en lo que se refiere a criaderos, área de picadura, etc., sobrepasan el área de transmisión.

En este estudio no se determinó la altitud de los criaderos, sin embargo, por la distribución y ubicación de los mismos y con un pleno conocimiento del área de estudio, la cual se encuentra a una altitud de 800 msnm, podemos aseverar que tanto el criadero 1 como el 3 son los que se encontraban ubicados a mayor altitud con respecto del centro de la localidad, mientras que el criadero 2 se localizaba más o menos al nivel del centro de la localidad, finalmente el criadero 4 se encontraba localizado por abajo de la altitud del centro de la localidad. Debido a esto podemos decir que nuestros resultados presentan cierta similitud con los reportados por Ortega y Oliver (1990), quienes al realizar estudios sobre una bien delimitada zona altitudinal del Soconusco, Chiapas, en relación con criaderos de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* considerados en la transmisión de la oncocercosis, encontraron que *S. ochraceum*, se distribuye en mayor número en corrientes permanentes situadas entre los 800 y los 1,150 msnm, resultados que al igual que los observados en nuestro estudio no hacen más que complementar la argumentación de que estas son las altitudes en donde se distribuye con mayor frecuencia los criaderos de estas especies.

9.6.- Distribución de las formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al color de trampa.

La distribución de las poblaciones larvales de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al color de trampa utilizado en la colecta es mostrado en la Figura 8, así mismo en la Tabla 6 se presentan los resultados del análisis de la prueba de "t" de Student realizada para determinar la significancia entre las especies para cada color de trampa utilizado.

Se observó para *S. ochraceum* a lo largo de todo el estudio, que el mayor número de formas inmaduras fueron colectadas en las trampas de color verde con un total de 1,079, mientras que en las trampas de color blanco se colectó un total de 926, que de acuerdo a una prueba de "t" no fue significativa la diferencia ($P < 0.13$). Para *S. metallicum* las formas inmaduras fueron colectadas de la siguiente manera, 2,992 en las trampas de color verde y 2,222 en las trampas de color blanco, existiendo diferencia significativa entre estos valores mediante la prueba de "t" ($P < 0.01$). Finalmente para las formas inmaduras de *S. callidum* 1,456 fueron colectadas en trampas de color verde y 707 en trampas de color blanco, no existiendo diferencia significativa entre estos valores por la prueba de "t" ($P < 0.08$). Ahora bien, para los totales de las tres especies, la distribución en las trampas fue, para trampas de color verde 5,527 formas inmaduras colectadas y 3,855 formas inmaduras colectadas en las trampas de color blanco, que de acuerdo a la prueba de "t" existe diferencia significativa ($P < 0.05$).

Vargas (1945), menciona que con frecuencia en el campo se observa que el arrastre de arenilla, hojas y ramitas secas provocan el desprendimiento de las larvas, este arrastre es un factor de suma importancia.

Das y Cols. (1988) realizaron un estudio para evaluar cinco diferentes tipos de sustratos (plástico, hojas de plátano, tela, asbesto y piedras) en diferentes habitats de simúlidos en la India, encontrando que existió una mayor atracción por parte de las larvas hacia los sustratos de plástico y hojas de plátano.

Sobre este mismo aspecto Golini y Davies (1975), realizaron estudios en arroyos, utilizando trampas de plástico de seis colores diferentes, para evaluar la oviposición de *S. ornatum*. De estos estudios concluyen que existe una marcada atracción de *S. ornatum* por oviponer en las trampas de color verde y amarillo, y una menor atracción hacia las trampas de color blanco, azul, naranja y rojo.

En los programas para el control de vectores es importante determinar las densidades absolutas de las poblaciones tanto larvales como de adultos. No obstante, se desconocen muchos aspectos, tales como la fijación de las formas inmaduras a determinado tipo de sustrato, aspectos que de alguna forma pueden influir en las altas o bajas densidades larvales y que nos pueden dar una alternativa con miras a un control, esto es importante pues en nuestro estudio se observó una marcada atracción de fijación de las formas inmaduras hacia las trampas de color verde, lo que nos puede sugerir que

para estas especies es muy importante para su reproducción la existencia de vegetación viva.

9.7.- Dinámica estacional y distribución de las formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al ecosistema y tipo de lecho presente en los criaderos.

En la Figura 9 se presentan los resultados obtenidos para las tres especies en relación al ecosistema y tipo de lecho predominante en los cuatro criaderos. Se observa que para el caso específico de ecosistema, el mayor número de formas inmaduras colectadas para las tres especies se encontró en el ecosistema denominado "cafetal", con 1,037 larvas para *S. ochraceum*, 4,347 larvas para *S. metallicum* y 1,562 larvas para el caso de *S. callidum*. Este tipo de ecosistema predomina en los criaderos 1 y 2, mientras que el número de formas inmaduras colectadas en el ecosistema denominado "bosque" fue de 968 larvas de *S. ochraceum*, 867 larvas de *S. metallicum* y 601 larvas de *S. callidum*. Este tipo de ecosistema es común en los criaderos 3 y 4. En el caso de *S. ochraceum* estas diferencias no son significativas, no así para *S. metallicum* y *S. callidum* en los cuales los valores son diferentes significativamente al realizar el análisis correspondiente mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$) (Tabla 7). Por otra parte en la misma Figura 9 se muestran los resultados obtenidos en relación a la distribución de las formas inmaduras para estas tres especies de acuerdo al tipo de lecho presente en los criaderos, y en ella se observa que para *S. ochraceum* el mayor número de formas inmaduras se colectó en criaderos cuyo tipo de lecho estaba constituido por grava, con 1,979 larvas. Este tipo de lecho estuvo en los criaderos 1, 2 y 3, mientras que en el criadero 4 que estaba constituido únicamente por arena fueron colectadas 26 larvas de *S. ochraceum*, sin embargo, para las especies de *S. metallicum* y *S. callidum* el número de formas inmaduras colectadas fue mayor en el criadero cuyo tipo de lecho estaba constituido por arena con 3,536 y 1,203 larvas respectivamente y corresponde al criadero 4. El número de formas inmaduras colectadas en criaderos con tipo de lecho constituido por grava fue de 1,678 larvas de *S. metallicum* y 960 larvas de *S. callidum*. Estadísticamente estos valores presentaron diferencias significativas mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$). Además al realizar un análisis para determinar las interacciones de estos factores (ecosistema y lecho) para cada una de las especies (Tabla 8), se encontró que para *S. ochraceum* existió una interacción entre el ecosistema y el tipo de lecho, no así para *S. metallicum* y *S. callidum* en donde no existió una interacción de

estos factores, siendo independiente cada factor en la distribución de las Formas inmaduras.

Estos resultados nos dan una idea clara de que tan importante y que tanto puede influir en cierto momento el que los criaderos se encuentren localizados en zonas con vegetación abundante y además de que el tipo de lecho juega un papel decisivo, tal y como lo mencionan Coulbourne y Crosskey (1963), quienes citan la importancia de criaderos con existencia de un lecho de piedras, ya que este establece las condiciones de turbulencia y aireación necesarias para la sobrevivencia de las poblaciones larvales de simúlidos.

Peñalver (1965), menciona que la turbulencia y aireación son dos factores, los cuales están determinados por la inclinación (pendiente) del curso de las corrientes de agua y la existencia de obstáculos en los bordes, así como por el tipo de lecho de éstas, por lo que es de gran importancia al determinar las condiciones biológicas para la respiración y alimentación de las larvas de simúlidos.

En lo que se refiere al tipo de ecosistema el mismo Peñalver (1963), hace énfasis en que generalmente las regiones oncocercósicas presentan abundante vegetación. En general *S. ochraceum* requiere de vegetación abundante, mientras que *S. metallicum* y *S. callidum* se desarrollan bien en regiones donde la vegetación es escasa, aún así no se ha determinado si ciertos tipos de vegetación son más favorables que otros para la adherencia y vida de la fase acuática.

Finalmente Vargas (1952), hace mención que las corrientes criaderos de simúlidos presentan bordes elevados, carecen de playas y poseen vegetación emergente, además de que se encuentran cubiertos de sombra.

9.8.- Densidades de formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación a la velocidad del agua y profundidad de los criaderos.

En la Tabla 8 se muestra una comparación de la velocidad máxima y mínima del agua registrada en los cuatro criaderos, y donde se observa que estos valores presentan variación para cada uno de los criaderos. Así por ejemplo, tenemos que para el criadero 1 la velocidad máxima fue de 63 cm/seg, alcanzando hasta 80 cm/seg en el criadero 4,

mientras que en lo que a la velocidad mínima se refiere esta alcanzó 19 cm/seg nuevamente registrada en el criadero 1, hasta 41 cm/seg en el criadero 2. Además se observó una fase constante en cuanto a la velocidad en los cuatro criaderos, siendo esta fase similar en los criaderos 1, 3 y 4, la cual fue observada en los meses de agosto a diciembre, mientras que en el criadero 2 esta fase se presentó en los meses de diciembre a marzo.

Por otra parte en la Figura 10 se presentan las variaciones estacionales de la velocidad del agua registrada en los cuatro criaderos discutidos anteriormente.

En la Tabla 9, se muestran los resultados del número de formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectados en los cuatro criaderos en relación a la profundidad registrada en dichos criaderos. Al respecto se observaron diferencias en cada uno de los criaderos y para cada una de las tres especies, así por ejemplo tenemos, que en el criadero 1 la profundidad a lo largo del estudio osciló en un rango de 2.1 a 8.3 cm, con una velocidad del agua que se presentó en un rango de 19 a 63 cm/seg (Figura 11), observando que fue en la profundidad 2.1 a 2.3 cm correspondiente a los meses de febrero y marzo en donde se distribuyó el mayor número de larvas colectadas y correspondió a la especie de *S. ochraceum*. Para el criadero 2 el rango de profundidad fue de 2.3 a 6.6 cm, con un rango en la velocidad del agua de 41 a 71 cm/seg (Figura 12), y el mayor número de formas inmaduras se distribuyó en la profundidad de 3.8 cm correspondiente al mes de enero, siendo la especie de *S. metallicum*. En el criadero 3 los rangos de profundidad que se registraron fueron de 1.6 a 8.0 cm con una velocidad del agua que fue desde los 27 hasta los 70 cm/seg (Figura 13), en donde el mayor número de formas inmaduras se distribuyó en las profundidades de 1.6 a 2.3 cm correspondientes a los meses de marzo, abril y mayo y al igual que para el criadero 1 fue la especie de *S. ochraceum* la más abundante. Finalmente para el caso del criadero 4 el rango de profundidad registrada fue de 5.1 a 14 cm con una velocidad del agua de 37 a 80 cm/seg y las mayores densidades de formas inmaduras fueron colectadas en las profundidades de 10 a 11.1 cm, mismas que corresponden a los meses de marzo, abril y mayo y estuvo representado por las especies de *S. metallicum* y *S. callidum* (Figura 14).

Dentro de estos resultados en la Figura 15 se presentan los resultados de la fluctuación poblacional de formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación a la profundidad y velocidad del agua registrada a lo largo de todo el estudio en los cuatro criaderos. Se puede observar un primer pico en la profundidad de 2.3 cm con una velocidad del agua de 70 cm/seg, representado por la especie de *S. ochraceum*, un segundo pico se observa en la profundidad de 6.6 cm con una velocidad del agua de 35 cm/seg, el cual esta representado por la especie *S. metallicum*, y un tercer pico es observado en la profundidad de 10 a 10.3 cm con una velocidad del agua de 35 a 60 cm/seg y corresponde a las especies de *S. metallicum* y *S. callidum*.

Es interesante observar dentro de estos resultados que para las tres especies y para los criaderos 1, 2 y 3 las mayores densidades fueron colectadas en meses correspondientes al período de sequía, mientras que para el criadero 4 se observa que estas caen dentro del inicio del período de lluvias.

Ahora bien, en la Tabla 10 se presentan los resultados de la distribución de las formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación a tres rangos de profundidad y se encontró que dentro del rango de 1.6 a 5.3 cm la especie que predominó fue la de *S. ochraceum*. Para el rango comprendido de 5.4 a 10.1 cm predominó la especie de *S. metallicum*, mismo caso en el rango comprendido entre 10.2 y 14.8 cm. Estos valores son altamente significativos ($\chi^2 = 2541.58$, $P < 0.0001$).

Respecto a estos resultados que nos indican de la relación tan estrecha que existe entre densidades de formas inmaduras de las tres especies y los rangos de profundidad, sobresale la preferencia de *S. ochraceum* por corrientes con profundidades menores.

Comparando estos resultados con los encontrados por Dalmat (1954, 1955), en Guatemala, podemos ver la gran similitud que existe en estas especies por ciertas profundidades, ya que Dalmat destaca que el rango óptimo para para el desarrollo de *S. ochraceum* y *S. metallicum* es que en los arroyos exista una profundidad de 2.5 a 12.5 cm y una velocidad de corriente del agua de 2.5 a 25 cm/seg. No obstante, estudios realizados por Yamagata y Kanayama (1985) para *S. ochraceum* en la misma región, revelan que los rangos óptimos son profundidades de 0.2 a 2.0 cm, con velocidades de la corriente del agua de 41 a 66 cm/seg. Estos autores consideran que las diferencias en relación a lo mencionado por Dalmat, pueden ser debidas en parte a los diferentes métodos de muestreo empleados, ya que en el estudio únicamente consideraron 20 metros para la

longitud de los arroyos en donde realizaron los muestreos, mientras que en el estudio realizado por Dalmat fueron tomados los valores promedio de los sitios de muestreo, los cuales eran arroyos de una longitud indefinida, lo cual coincide con el tipo de muestreo empleado en nuestro estudio.

Darsie y Cols. (1977), también encontraron preferencia de *S. ochraceum* en una corriente cuando ésta llega a tener profundidades muy bajas, las cuales van entre 4.6 y 6.0 cm., mientras que Yamagata y Kanayama (1983), al hablar sobre la microdistribución de *S. ochraceum* en las corrientes, encontraron larvas de *S. ochraceum* en profundidades menores de 4 cm, y hallaban más larvas a medida que las profundidades de las corrientes decrecían.

Finalmente en la Tabla 11, se presentan los valores máximo, medio y mínimo de la temperatura, profundidad del agua en los criaderos y velocidad de la corriente del agua para cada criadero y para las tres especies. En el podemos apreciar que en los valores máximo y mínimo de cada una de las variables, la especie predominante es *S. ochraceum*. En el criadero 1, al realizar un análisis de regresión múltiple para las tres variables se encontró que existe una alta significancia ($F < 0.0000$) en conjunto de las tres variables. Sin embargo, esta significancia apareció en el caso de la temperatura ($t < 0.000$) con un valor de $\beta = -51.01$, existiendo una dependencia negativa, misma que nos indica que al haber un descenso en la temperatura las poblaciones larvales de *S. ochraceum* disminuyen

Para el caso del criadero 2 se observa que para los tres valores predominó *S. metallicum*. De acuerdo al análisis de regresión múltiple tenemos una significancia de ($F < 0.0002$), la cual esta dada por las variables de temperatura ($t < 0.0097$) y una $\beta = 8.466$, y por la profundidad ($t = 0.000$) y una $\beta = -16.81$, siendo para el caso de la temperatura una dependencia positiva y para la profundidad una dependencia negativa. Con respecto al criadero 3 se observó que en el valor máximo predominó la especie *S. metallicum*, mientras que en el valor mínimo lo fue la especie *S. ochraceum*; basados en el análisis de regresión múltiple tenemos que para *S. metallicum* no existió una significancia en ($F < 0.2985$), por lo que no existió dependencia por ninguna de las tres variables. Sin embargo, si en lo que se refiere a *S. ochraceum* ($F < 0.0227$) y dicha significancia estuvo dada por la variable de temperatura ($t < 0.0552$) y un valor de $\beta = -42.92$ existiendo una dependencia negativa para dicha especie al igual que en el criadero 1. Por último, para el criadero 4 apreciamos que en los tres valores las especies

predominantes fueron *S. metallicum* y *S. callidum*; basados en el análisis de regresión múltiple tenemos que para la especie *S. metallicum* la significancia de $F < 0.0537$ y estuvo dada por la temperatura ($t < 0.0435$) y un valor de $\beta = -73.61$. La dependencia fue negativa en lo que se refiere a esta variable y para esta especie, sin embargo, para *S. callidum* no existió ninguna relación o dependencia con ninguna de las tres variables ($F < 0.1172$).

Como podemos darnos cuenta y basados en estos resultados, una de las variables que más relación tuvo con la distribución de las especies fue la temperatura, seguida por la profundidad de los criaderos. Como se hizo mención en apartados anteriores la temperatura de los criaderos es un factor limitante en la distribución de los criaderos y presencia de las formas inmaduras. Al respecto Peñalver (1963), dice que en los andes Venezolanos donde las temperaturas del agua son más bajas, no existe *Simulium metallicum*, aunque abundan otras especies. De alguna forma y aunque dicha información corresponde a estudios realizados en otro País, estas aseveraciones podrían ser tomadas en cuenta para explicarnos estos resultados.

Por otro lado, la velocidad de la corriente del agua es otra de las variables que nos da diferencias en la distribución de las especies de simúlidos. Es importante mencionar que Yamagata (1986) destacó la importancia que esta tiene y menciona tres puntos principales a ser considerados en la distribución de *S. ochraceum* y que son: 1) la macrodistribución de *S. ochraceum* en una escala de kilómetros esta limitada para cierta clase de geología y arroyos, 2) la mesodistribución a lo largo de los arroyos esta regulada por un rango de la pendiente y descarga del agua en secciones de 20 metros y 3) la microdistribución esta limitada por la combinación de la profundidad y velocidad de la corriente del agua en los criaderos.

Como podemos darnos cuenta, de cierta forma existe mucha relación en la combinación de estas tres variables, tal y como lo demuestran los resultados obtenidos en nuestro estudio.

X.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y considerando lo expuesto anteriormente, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

1.- La distribución de las formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en los criaderos y en particular por cierto tipo de habitat, esta determinado por la interacción de factores bióticos y/o abióticos.

2.- La mayor abundancia de formas larvales de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* se registró cuando la temperatura de los criaderos estuvo en el rango de 17 °C, mientras que esta abundancia disminuyó cuando la temperatura llego a su máximo que fue de 22 °C, de tal forma que la temperatura de los criaderos es un factor determinante que favorece el desarrollo y distribución de las especies de simúlidos.

3.- El patrón de distribución estacional de las poblaciones larvales de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* se encuentra determinado por las épocas de sequía y lluvia, ya que para las tres especies las mayores densidades larvales fueron colectadas en el mes de marzo (época de sequía), mientras que las densidades bajas fueron colectadas en los meses de septiembre y octubre (época de lluvia).

4.- Existe un mayor poder de fijación de las formas inmaduras de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* por las trampas de color verde, lo cual puede ser debido a la semejanza con la vegetación viva presente en los criaderos.

5.- Las condiciones de sombra relacionado con la existencia de cierto tipo de lecho (substrato del fondo) formado por grava favorecen el establecimiento y la distribución de formas inmaduras de *S. ochraceum*, no así para *S. metallicum* y *S. callidum* cuya preferencia con respecto al tipo de lecho fue por aquellos criaderos en los cuales este estaba formado por arena.

6.- *Simulium ochraceum* presenta preferencias en su distribución por criaderos de poca profundidad y velocidad de corriente del agua moderada, observando su rango óptimo en profundidades de 2.1 a 2.3 cm con velocidades de 63 cm/seg, mientras que *S. metallicum* y *S. callidum* tienen preferencias por profundidades y velocidades de corriente del agua mayores cayendo dentro de un rango de profundidad de 5.1 a 14 cm., con una velocidad de 80 cm/seg.

7.- De las tres especies consideradas en el estudio, fue *S. metallicum* la que se colectó en mayor abundancia, seguida por *S. callidum*. *S. ochraceum* fue la especie colectada en menor cantidad. Si tomamos en cuenta que esta ultima especie es considerada como el vector primario de la oncocercosis en México y que la zona donde se llevó a cabo el estudio corresponde a una comunidad endémica de oncocercosis, podemos decir que los criaderos de *S. ochraceum* se localizan en un área de mayor amplitud a la considerada para este estudio.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

XI- LITERATURA CITADA

- Alvarez, A. J. 1962. La oncocercosis como problema de salud pública. *Salud Públ. Méx* 6: 909-913.
- Benitez, S. L. 1946. Datos históricos de la oncocercosis en México a través de la literatura respectiva. *Rev. Méx. Civil. Ginec. y Cancer*. 14: 6-10.
- Calderón, V. M. 1917. Enfermedad nueva en Guatemala. Resumen de la conferencia por el Dr. Rodolfo Robles (Marzo 4, 1917). *La Juventud Médica*. 17:97-116.
- Coulbourne, M. J. y Crosskey, R. W. 1963. Onchocerciasis and its control in Uganda. *WHO/Oncho*. 1: 30-65.
- Conferencia Inter-Americana sobre Oncocercosis (IACO-91). PAHO/WHO. Guatemala-México. 1991.
- Chávez-Núñez, M. 1963. La epidemiología de la oncocercosis en México. *Bol. Epidem. S.S.A.* 27: 17-28.
- Chávez-Núñez, M. 1979. Epidemiología de la oncocercosis en la República Mexicana. *Sal. Pub. Mex.* 6: 707-717.
-
- Collins, R. C., Ochoa, J. O., Cupp, E. W., Gonzalez, P. C. y Porter, C. H. 1992. Microepidemiology of onchocerciasis in Guatemala: Dispersal and survival of *Simulium ochraceum*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 47 (2): 145-155.
- Dalmat, H. T. 1954. Ecology of simuliid vectors of onchocerciasis in Guatemala. *Am. Midland Nat.* 52: 175-196.
- Dalmat, H. T. 1955. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Guatemala and their role as vector of onchocerciasis. *Smithsonian Mis. Coll.*, Washington. 125: 425 pp.

Darsie, R. F. Jr., McCray, E., Collins, R. C. y Knud-Hansen, C. 1977. Características de los criaderos y notas sobre la conducta de las larvas de *Simulium ochraceum*. Seminario latinoamericano sobre diagnóstico y control de oncocercosis. Guatemala, Guat. 17-20 Octubre.

Das, S. C., Sarkar, P. K., Bhuyan, M. y Rao, K. M. 1988. Substrate preference of simuliid larvae in the field in India. J. Am. Mosq. Control Assoc. 4: 559-560.

De León, J. R. 1963. Entomología y transmisión En: La Enfermedad de Robles. Guatemala. Edit. Universitaria. Guatemala, C. A. 104 pp.

Dellome, F. J. 1978. Factores físico-químicos de los criaderos de Simuliidae (Diptera:Nematocera). Tesis para el Título de Magister Scientiae. INPA, Manaus Amazonas, Brasil. 75 pp.

Estrada, S. C. 1963. Epidemiología de la oncocercosis, "Enfermedad de Robles" Edit. Universitaria. Guatemala, C. A. 124 pp.

Fernández de Castro, J. 1979. Historia de la oncocercosis. Salud Pública Mex. 21:683-696.

García, S. F. 1962. Epidemiología de la oncocercosis en México. Salud Pública Mex. 4: 939-940.

Golini, V. I. y Davies, D. M. 1975. Relative response to coloured substrates by ovipositing black-flies (Diptera:Simuliidae). II. Oviposition by *Simulium (Odogamia) ornatum* Meigen. Norw. J. Ent. 22: 89-94.

Gómez, P. A. 1979. La oncocercosis en México. Memorias del Simposium Internacional, México, D. F. CIES. 253 pp.

Hoffman, C. 1931. Los simúlidos de la región oncocercosa. II. Los estadios larvales. Ann. Inst. Biol. Univ. México. 2:207-218.

Helbig, K. 1964. El Soconusco y su zona cafetalera en Chiapas. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutierrez, Chiapas-México. 133 pp.

- Larumbe, J. E. 1930. Causas de la ceguera en Tiltepec, Oaxaca. La Escuela de Medicina. 41: 717-727.
- Mazzotti, L. 1949. estudio acerca del tratamiento de la oncocercosis. Medicina, Rev. Mex. 29: 1-5.
- Mazzotti, L. 1962. Parasitología de la oncocercosis. Sal. Públ. Méx. 6: 971-977.
- Nettel, F. R. 1949. Contribución al estudio de las condiciones naturales de las zonas de oncocercosis en el estado de Chiapas. Medicina. Revista Mexicana. 572:21-32.
- Ortega, G. M. y Alvarado, F. C. 1979. Potenciales de transmisión de la oncocercosis según nivel altitudinal en el foco sur del estado de Chiapas. Resúmenes de trabajo V Congreso Latino-Americano de parasitología. Nov. 25 a Dic. 1. pag. 230.
- Ortega, M. y Oliver, M. 1985. Entomología de la oncocercosis en el Soconusco, Chiapas. II. Estudio sobre la dinámica de población de las tres especies de simúlidos considerados transmisores en el foco sur de Chiapas. Folia Entomol. Mex. 66:119-136.
- Ortega, M. y Oliver, M. 1990. Entomología de la oncocercosis en el Soconusco, Chiapas. IV. Distribución altitudinal y variación estacional de las formas inmaduras de las tres especies de simúlidos considerados en la transmisión. Folia Entomol. Mex. 79:175-196.
- Okazawa, T., Onishi, O., Matsuo, K., Ochoa, A. J. O. & Yamagata, Y. 1983. Distribution of black flies in an endemic area of onchocerciasis in Guatemala. En: Suizuki, T. (ed.). Una guía para la Enfermedad de Robles (Oncocercosis) en Guatemala con especial referencia al control del vector. Guatemala, C. A. 168 pp.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1989. Report of a meeting of the TDR/OCP/OCT subcommittee for monitoring of community trials of ivermectin. Ginebra: UNDP/World Bank/WHO-TRD. 96 pp.
- Peñalver, L. M. 1963. Estado actual de la oncocercosis en Venezuela. VII Congreso de Medicina Tropical y Malariología. Caracas, Ven.

Peñalver, L. M. 1965. Influencia de factores ambientales en la oncocercosis. Simposium sobre enfermedad de Robles (Oncocercosis). Guatemala, C. A. Boletín Sanitario de Guatemala. 2: 85-93.

Porter, C. H. & Collins, R. C. 1988. Transmission of *Onchocerca volvulus* by secondary vectors in Guatemala. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 559-566.

Programa de Control de la oncocercosis. 1992. Secretaría de Salud, Subsecretaría de Salud. Dirección General de Medicina Preventiva. México, D. F. 76 pp.

Rufz-Reyes, F. 1949. Estudio epidemiológico de la zona oncocercósica del Estado de Oaxaca. *Boletín Epidemiológico, SSA.* 3: 73-92.

Rufz-Reyes, F. 1950. Movimientos de población en relación con las zonas oncocercosas de la República Mexicana. *Boletín Epidemiológico, SSA.* 4: 118-120.

Reyes, V. F. y Rodríguez, P. M. Trophic status, oogenic stages, and insemination of resting populations of three *simulium* species (Diptera:Simuliidae) in Chiapas, México. (En prensa).

Salazar-Mallen, M. 1962. Los síntomas cutáneos de la oncocercosis. *Salud Públ. Méx.* 6: 1071-1074.

Shelley, A. J. 1988. vector aspects of the epidemiology of onchocerciasis in Latin America. *Ann. Rev. Entomol.* 30:337-346.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Takaoka, H. 1981. Seasonal occurrence of *Simulium ochraceum*, the principal vector of *Onchocerca volvulus* in the south eastern endemic area of Guatemala. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 30(5):1121-1132.

Vargas, L. 1945. Notas sobre la oncocercosis. III. Algunos factores que afectan la fijación de las larvas de los simúlidos. *Rev. Inst. Salud Enf. Trop. México.* 6:67-70.

Vargas, L. 1945a. Simúlidos del Nuevo Mundo. Monografía del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales. 245-250.

Vargas, L. 1947. Notas sobre la oncocercosis. VI. Consideraciones sobre la biología de las larvas de simúlidos. Gaceta Méd. Mex. 6: 346-352.

Vargas, L. 1948. Notas sobre la biología y control de los simúlidos. Proc. 4th. Int. Congr. Trop. Med. Mal. 1619-1626. Wash.

Vargas, L. 1948a. Control de la oncocercosis. Bol. Of. San. Pan. 48: 1150-1159.

Vargas, L. 1948b. Los simúlidos en la transmisión de la oncocercosis americana. Medicina. 555: 177-190.

Vargas, L. 1952. Algunos aspectos sobre ecología de larvas de simúlidos en relación a la transmisión de *O. volvulus* en Chiapas. Medicina. 32: 353-361.

Yamagata, Y. y Kanayama, A. 1983. Micro-distribution of *Simulium ochraceum* larvae in their breeding streams in Guatemala. In. JICA. Una guía para enfermedad de Robles (oncocercosis) en Guatemala con especial referencia al control del vector. Ed. Takeshi Suzuki. Guatemala, C. A. 168 pp.

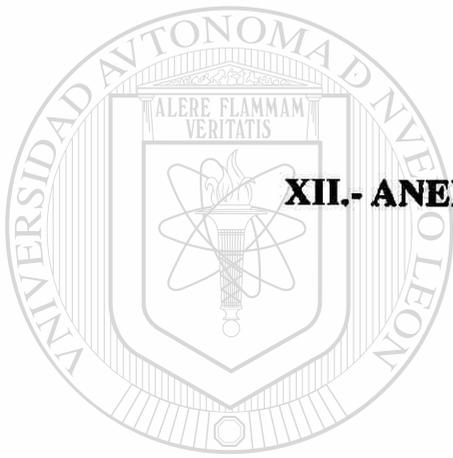
Yamagata, Y., Okazawa, T. & Molina, P. A. 1983. Geologic and topographical studies on distribution of streams in relation to *Simulium ochraceum* (Diptera: Simuliidae) breeding in an endemic area of Onchocerciasis in Guatemala. En: Suzuki, T. (ed.). Una guía para la enfermedad de Robles (oncocercosis) en Guatemala con especial referencia al control del vector. Guatemala, C. A. 168 pp.

Yamagata, Y. y Kanayama, A. 1985. Micro-distribution of *Simulium ochraceum* Walker (Diptera: Simuliidae) larvae in relation to stream depth and current velocity. J. Sanit. Zool. 3: 227-231.

Yamagata, Y. 1986. Movement response of larvae of *Simulium ochraceum* Walker and *S. horacioi* Okazawa et Onishi (Diptera : Simuliidae) to water depth and current velocity in a trough. Jpn. J. Sanit. Zool 1: 11-16.

Zar, J. H. (1984). Biostatistical Analysis. 2a. ed. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. 718 pp.

166754



XII.- ANEXOS (TABLAS Y FIGURAS)

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hoja de registro de ecología larvaria.

Tabla 2. Principales características ecológicas presente en los cuatro criaderos utilizados durante el estudio en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 3. Variación mensual de las condiciones climáticas (temperatura, precipitación pluvial, humedad y velocidad del viento) estimada como el promedio de ocho días en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas.

Tabla 4. Comparación estacional de las medias poblacionales de las larvas de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localida Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 5. Comparación de las medias de las poblaciones larvales de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* por criadero y para cada una de las tres especies colectadas durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 6. Distribución de las poblaciones larvales de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* según el color de trampa utilizado, y su significancia de acuerdo a la prueba de "t", colectadas en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

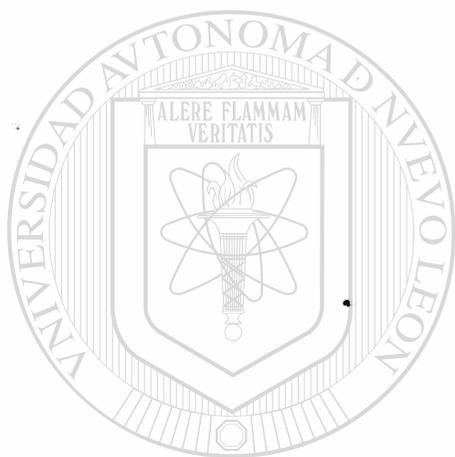
Tabla 7. Comparación de las medias poblacionales de las larvas de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* de acuerdo a su distribución en el tipo de ecosistema y lecho presente en los cuatro criaderos, así como la interacción de ambos factores durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 8. Comparación de la velocidad máxima y mínima del agua y promedio del flujo de agua de cada uno de los criaderos muestreados durante un año en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 9. Número de formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en cuatro arroyos-criadero en relación a la variación estacional de la profundidad registrada durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 10. Números totales (superior) y porcentaje (inferior) de colectas de las poblaciones larvales de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* según rangos de profundidad de cuatro criaderos, durante un año de muestreo de colectas mensuales, en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 11. Valores máximo, medio y Mínimo de la temperatura(°C), profundidad (cm) y velocidad del agua (cm/seg), y su relación con la especie predominante en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución más frecuente de criaderos de simúlidos transmisores de la oncocercosis.

Figura 2. Localización del área de estudio.

Figura 3. Esquema de un criadero típico de simúlidos.

Figura 4. Variación mensual de la temperatura atmosférica (°C) y precipitación pluvial (cm) estimada como el promedio de ocho días en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 5. Variación de la temperatura del agua (°C) registrada en los cuatro arroyos-criadero durante un año de muestreo en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 6. fluctuación poblacional de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* de acuerdo a los períodos de lluvias y secas observado durante un año de estudio en la localida Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 7. Distribución del número total de larvas de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 8. Distribución del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al color de trampa en que fueron colectadas en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 9. Distribución del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al tipo de ecosistema y lecho presente en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 10. Cambios mensuales de la velocidad del agua (cm/sec) registrada en los cuatro arroyos-criadero durante un año de muestreo en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 11. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 1 en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 12. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 2 en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 13. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 3 en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 14. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 4 en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Figura 15. Fluctuación poblacional de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en los cuatro criaderos muestreados durante un año, en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Tabla 1. Hoja de registro de ecología larvaria

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECOLOGICAS DEL SURESTE

No. de criadero	Localidad	Lat./long.	Altitud	Hora	Fecha de colocación	Fecha de retiro	Colector
Temperatura agua	pH	Conductividad	Anchura (cm)	Profundidad (cm)	Velocidad del agua (m/seg)		

ECOSISTEMA

Pastizal
 Banano
 Café
 Cacao
 Mango
 Coco/Palma
 Bosque
 Comunidad
 Cultivo anual
 Frijol
 Maíz

TIPO HIDROLOGICO

Río
 Arroyo
 Lago
 Canal
 Inundación estancada
 Hoyos
 Manglar

SOMBRA

Total
 Parcial
 Ninguna

MOVIMIENTO DEL AGUA

Rápido
 Moderado
 Ninguno

COLOR DEL AGUA

Clara
 Turbia

ESTABILIDAD DEL AGUA

Permanente
 Temporal

PREDADORES

Peces
 Coleoptera
 Hemiptera
 Odonata
 Plecoptera
 Neuroptera
 Trichoptera

DISTANCIA A:

Casas
 Hombre
 Vacas
 Caballos
 Perros
 Otros.

LECHO

Grava
 Arena
 Grava/Arena

NUMERO DE FORMAS INMADURAS COLECTADAS

CRIADERO	TRAMPA	S. ochra.	S. metall.	S. callid.	Pupas	S. spp.
	VERDE					
	BLANCA					

Tabla 2. Principales características ecológicas presente en los cuatro criaderos utilizados durante el estudio en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

Criadero	Tipo de Ecosistema	Tipo Hidrológico	Sombra	Movimiento del Agua	Estabilidad del Agua	Tipo de lecho
1	Bosque	Arroyo	Total	Moderado	Permanente	Grava
2	Bosque	Arroyo	Total	Rápido	Permanente	Grava
3	Café	Arroyo	Parcial	Rápido	Permanente	Grava
4	Café	Arroyo	Parcial	Rápido	Permanente	Arena

Tabla 3. Variación mensual de las condiciones climáticas (temperatura, precipitación pluvial, humedad y velocidad del viento) estimada como el promedio de ocho días en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas.

MES	TEMPERATURA (°C)+DE*	PRECIPTACION PLUVIAL (cm)	HUMEDAD (%)+DE*	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg)
SEPTIEMBRE	30.4+2.73	105	81.71+10.05	0.125
OCTUBRE	29.6+3.76	39.8	81.92+8.46	0.057
NOVIEMBRE	27.9+3.50	1.46	67.78+19.09	2.484
DICIEMBRE	28.8+3.19	5.05	73.10+13.73	0.770
ENERO	28.1+4.48	31.8	69.61+11.73	0.156
FEBRERO	28.4+6.53	0.0	63.10+10.39	0.640
MARZO	30.4+4.28	0.0	61.13+12.69	1.279
ABRIL	30.9+3.11	0.0	68.66+11.39	0.046
MAYO	29.3+2.56	82.5	83.41+7.99	0.000
JUNIO	26.6+4.25		80.72+9.13	
JULIO				
AGOSTO	30.3+2.63	4.19	72.76+4.86	0.005
SEPTIEMBRE	29.5+2.98	3.55	75.10+4.28	0.031

* DE= Desviación Estandard

Tabla 4. Comparación estacional de las medias poblacionales de las larvas de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

MES **	<i>S. ochraceum</i>	<i>S. metallicum</i>	<i>S. callidum</i>
SEPTIEMBRE	3.37 a*	34.87 ab*	13.25 a*
OCTUBRE	0.25 a	5.37 a	4.00 a
NOVIEMBRE	1.12 a	2.87 a	10.25 a
DICIEMBRE	1.37 a	2.00 a	21.12 a
ENERO	30.50 ab	103.87 bc	23.00 a
FEBRERO	71.00 bc	99.00 bc	13.37 a
MARZO	96.87 c	166.25 c	106.12 b
ABRIL	25.25 ab	111.87 bc	32.75 a
MAYO	5.00 a	5.37 a	6.00 a
JUNIO	3.62 a	7.12 a	14.25 a
AGOSTO	12.00 a	107.75 bc	23.25 a
SEPTIEMBRE	0.25 a	5.37 a	4.00 a

* Los valores seguidos por letras diferentes son significativas ($P \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey.

** Julio no se realizó muestreo

Tabla 5. Comparación de las medias de las poblaciones larvales de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* por criadero y para cada una de las tres especies colectadas durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

CRIADERO	<i>S. ochraceum</i>	<i>S. metallicum</i>	<i>S. callidum</i>
1	37.04 b*	22.62 a*	20.75 a*
2	3.29 a	13.50 a	4.29 a
3	42.12 b	33.79 a	14.95 a
4	1.08 a	147.33 b	50.45 b

* Los valores seguidos por letras diferentes son significativos ($P \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey.

Tabla 6. Distribución de las poblaciones larvales de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* según el color de trampa utilizado, y su significancia de acuerdo a la prueba de "t", colectadas en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

ESPECIE	TRAMPA		MEDIA X-Y	Probabilidad
	VERDE	BLANCA		
<i>S. ochraceum</i>	1079	926	3.18	.1318
<i>S. metallicum</i>	2992	2222	16.04	.0107
<i>S. callidum</i>	1456	707	15.77	.0088
Totales	5527	3855	557.33	.0552

Tabla 7. Comparación de las medias productivas de las burvas de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* de acuerdo a su distribución en el tipo de ecosistema y lecho presente en los cuatro criaderos, así como la interacción de ambos factores durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

FACTORES	TIPO	<i>S. ochraceum</i>	<i>S. metallicum</i>	<i>S. callidum</i>
	BOSQUE	20.16 a	18.06 a	12.52 a
ECOSISTEMA				
	CAFETAL	21.60 a	90.56 b	32.70 b
	ARENA	1.08 a	147.33 b	50.45 b
LECHO	GRAVA	27.48 b	23.30 a	13.33 a
	INTERACCIONES			
	ECOSISTEMA	41.77 a	108.62 a	45.22 a
	LECHO	28.56 a	170.63 b	63.79 b

* Los valores seguidos por letras diferentes son significativos ($P < 0.05$) de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey

Tabla 8. Comparación de la velocidad máxima y mínima del agua y promedio del flujo de agua de cada uno de los criaderos muestreados durante un año en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

SITIO	MAXIMA		MINIMA		FASE CONSTANTE	
	Vel. del Agua (cm/seg)	MES	Vel. del Agua (cm/seg)	MES	VIDA MEDIA (cm/seg)	MESES
CRIADERO 1	63	Abril	19	Junio	55.4	Ago-Dic.
CRIADERO 2	71	Septiembre	41	Junio	50	Dic-marzo
CRIADERO 3	70	Octubre	27	Abril	57.4	Ago-Dic.
CRIADERO 4	80	Sep-Ago.	37	Mar-Junio	69.8	Ago-Nov.

* Muestras mensuales de septiembre de 1992 a septiembre de 1993

** Julio no se realizó muestreo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Tabla.9 Número de formas inmaduras de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en cuatro arroyos-criadero en relación a la variación estacional de la profundidad registrada durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

MES	CRIADERO 1			CRIADERO 2			CRIADERO 3			CRIADERO 4						
	Profundidad (cm)	S.o.	S.m	S.c	Profundidad (cm)	S.o.	S.m.	S.c.	Profundidad (cm)	S.o.	S.m.	S.c.				
SEPTIEMBRE	3.6	0*	0	0	4.0	1	2	0	8.0	25	260	91	5.3	1	17	15
OCTUBRE	6.0	1	3	1	2.3	0	0	0	6.6	1	3	0	9.6	0	37	31
NOVIEMBRE	2.3	1	4	33	3.3	1	3	13	5.0	4	10	18	7.0	3	6	18
DICIEMBRE	8.3	5	7	154	6.6	0	0	0	5.3	6	6	13	13.0	0	3	2
ENERO	3.5	186	98	107	3.8	23	158	54	3.8	34	20	11	6.6	1	555	12
FEBRERO	2.3	521	84	62	4.6	26	64	25	3.3	20	25	1	14.0	1	619	11
MARZO	2.1	104	125	45	3.6	12	20	4	2.3	659	93	214	10.0	0	1092	586
ABRIL	4.6	26	64	8	3.0	14	6	3	1.6	148	113	11	10.3	14	712	240
MAYO	3.1	12	1	10	2.8	0	0	0	2.3	28	6	6	11.1	0	36	38
JUNIO	3.6	14	6	8	2.8	0	1	1	4.0	9	7	0	9.3	6	43	105
AGOSTO	5.0	18	148	69	5.5	2	70	3	5.3	76	265	0	5.1	0	379	114
SEPTIEMBRE	3.6	1	1	0	4.0	0	0	0	8.0	1	3	0	5.3	0	37	31

* Total de ejemplares de 10 trampas

** Julio no se realizó muestreo

S.o= *Simulium ochraceum*

S.m= *Simulium metallicum*

S.c= *Simulium callidum*

Tabla 10. Números totales (superior) y porcentaje (inferior) de colectas de las poblaciones larvales de *S. ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* según rangos de profundidad de cuatro criaderos, durante un año de muestreo de colectas mensuales, en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

RANGO DE PROFUNDIDAD (cm)	<i>S. ochraceum</i>	<i>S. metallicum</i>	<i>S. callidum</i>
1.6 - 5.3	1945 (97.01)	1765 (33.85)	871 (40.27)
5.4 - 10.1	45 (2.24)	2079 (39.87)	1001 (46.28)
10.2 - 14.8	15 (0.75)	1370 (26.28)	291 (13.45)
Totales	2005	5214	2163

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Tabla 11. Valores máximo, medio y mínimo de la temperatura (°C), profundidad (cm) y velocidad del agua (cm/seg), y su relación con la especie predominante en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

CRIADERO	VALORES	TEMPERATURA (°C)	PROFUNDIDAD (cm)	VELOCIDAD DEL AGUA (cm/seg)	ESPECIE
1	Maximo	21.5	8.3	63.0	<i>S. ochraceum</i>
	Medio	19.0	4.0	46.6	<i>S. metallicum</i>
	Minimo	17.0	2.1	19.0	<i>S. ochraceum</i>
2	Maximo	22.0	6.6	71.0	<i>S. metallicum</i>
	Medio	20.0	3.8	51.5	<i>S. metallicum</i>
	Minimo	18.0	2.3	41.0	<i>S. metallicum</i>
3	Maximo	22.0	8.0	70.0	<i>S. metallicum</i>
	Medio	20.7	4.6	49.8	<i>S. metallicum</i>
	Minimo	19.0	1.6	27.0	<i>S. ochraceum</i>
4	Maximo	22.0	14	80.0	<i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i>
	Media	20.5	8.8	58.7	<i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i>
	Minima	18.0	5.1	37.0	<i>S. metallicum</i> y <i>S. callidum</i> .

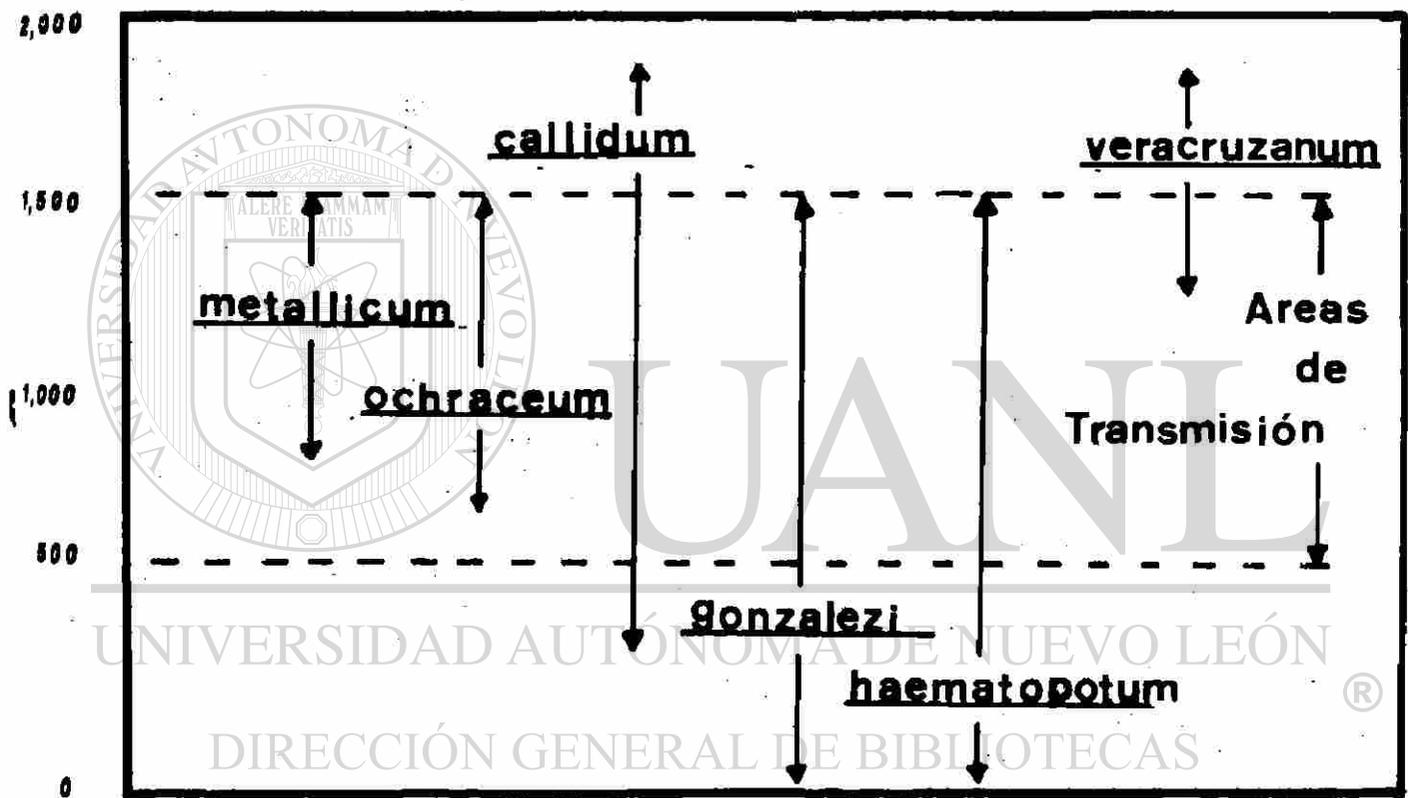


Figura 1. Distribución más frecuente de criaderos de símilidos transmisores de la oncoscercosis.

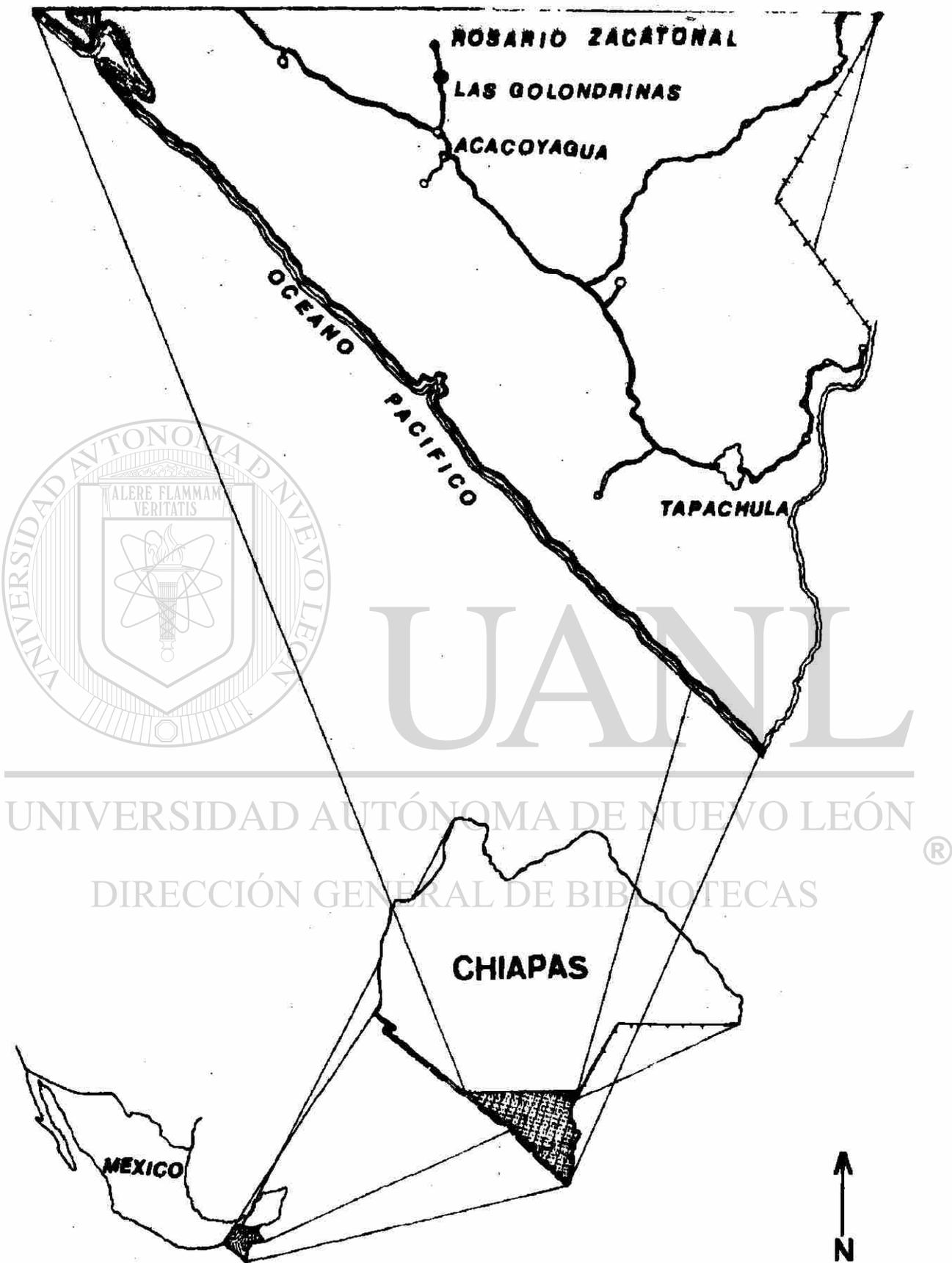


Figura 2. Localización del área de estudio.

Vegetación Densa

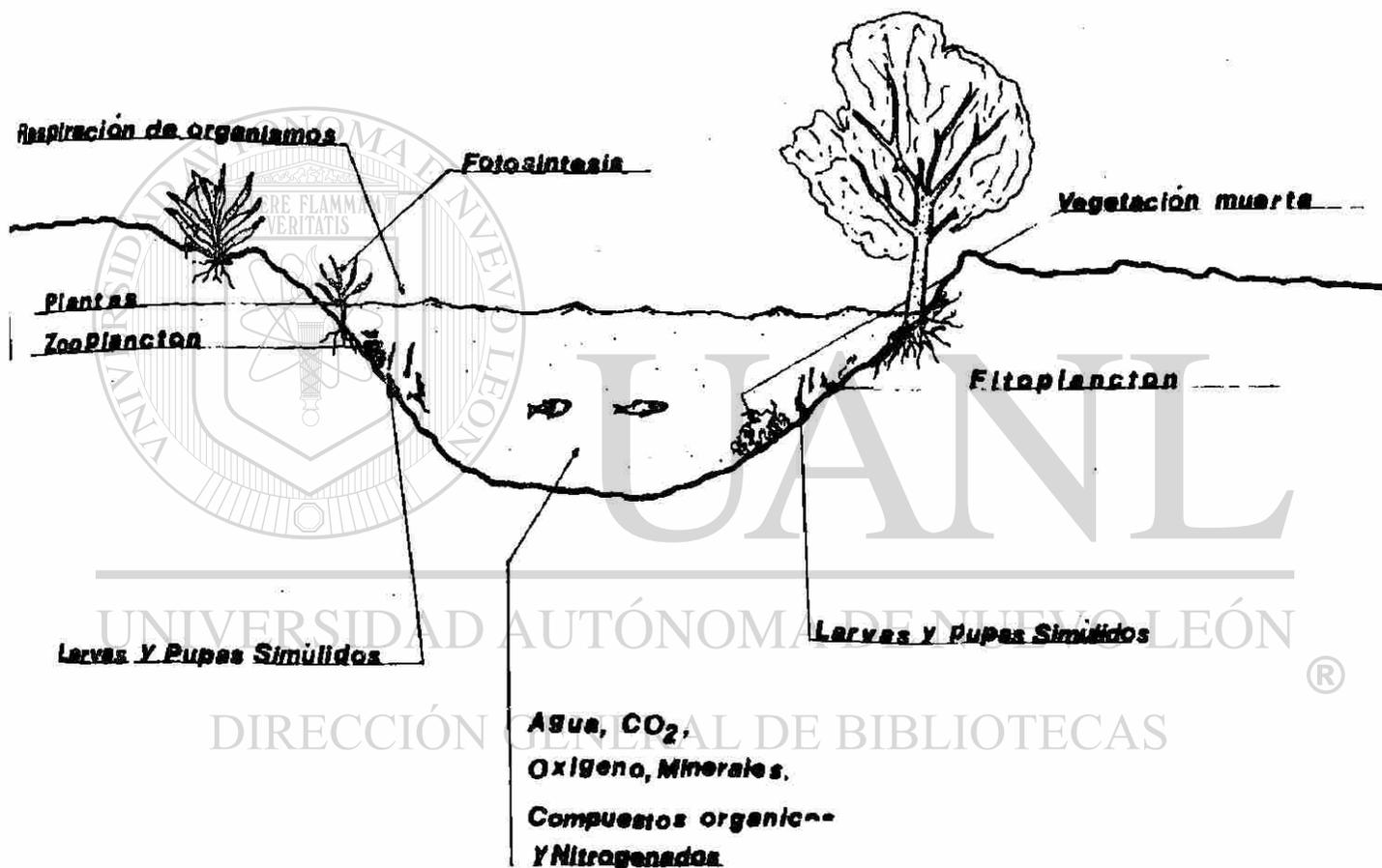


Figura 3. Esquema de un criadero típico de simúlidos

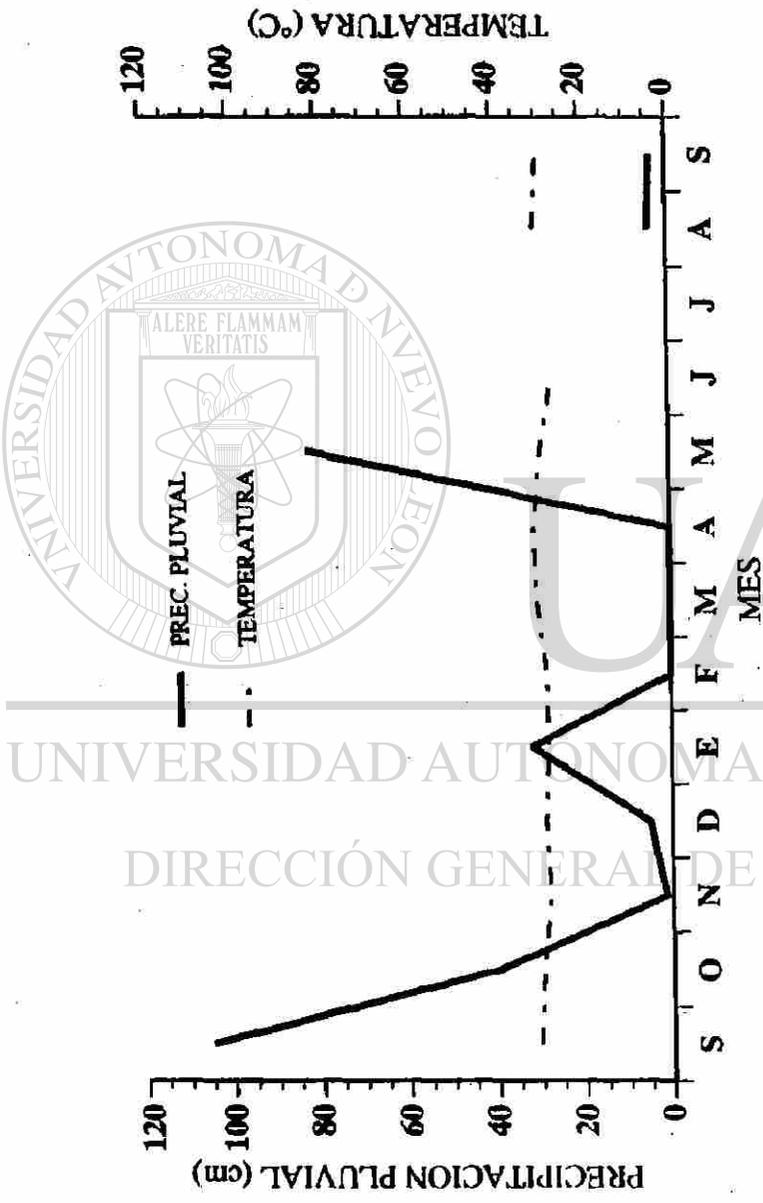
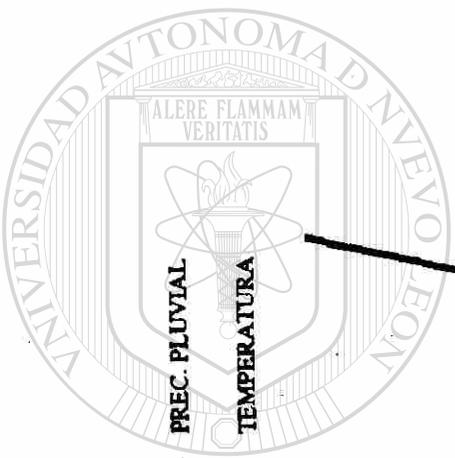


Figura 4. Variación mensual de la temperatura atmosférica (°C) y precipitación pluvial (cm) estimada como el promedio de ocho días en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

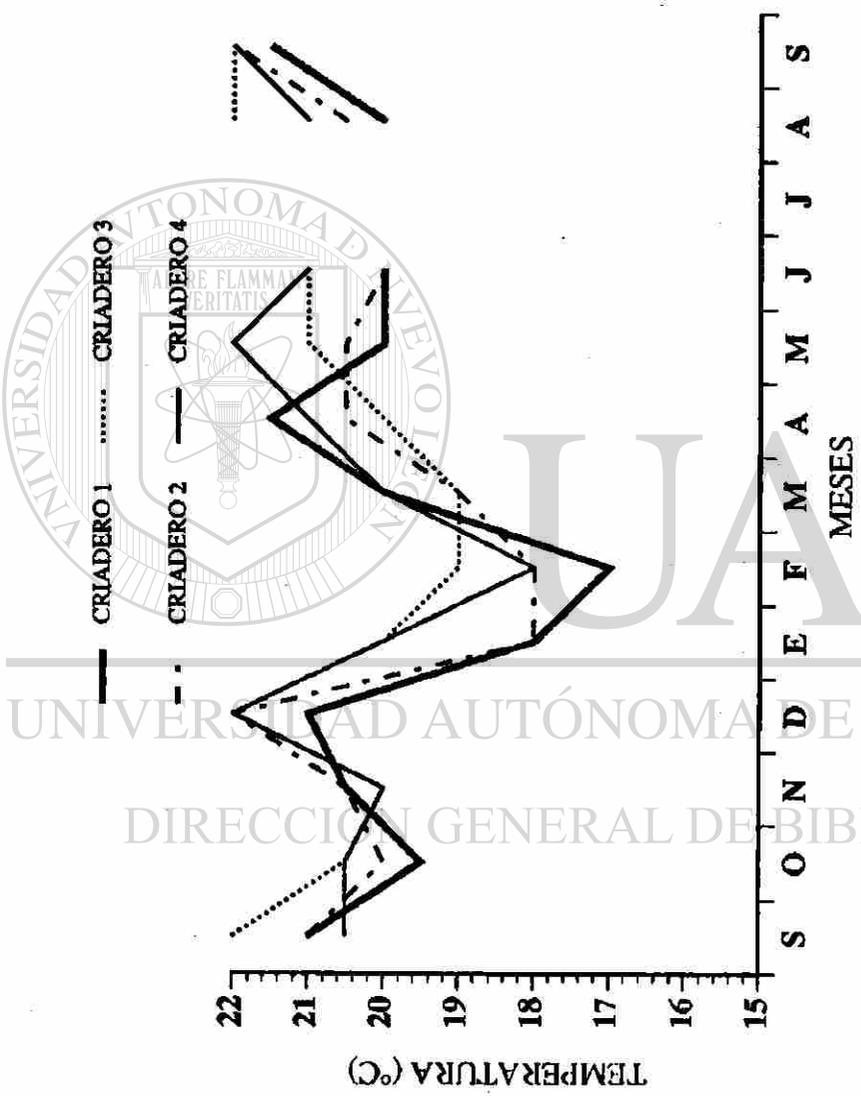


Figura 5. Variación de la temperatura del agua (°C) registrada en los cuatro arroyos-criadero durante un año de muestreo en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

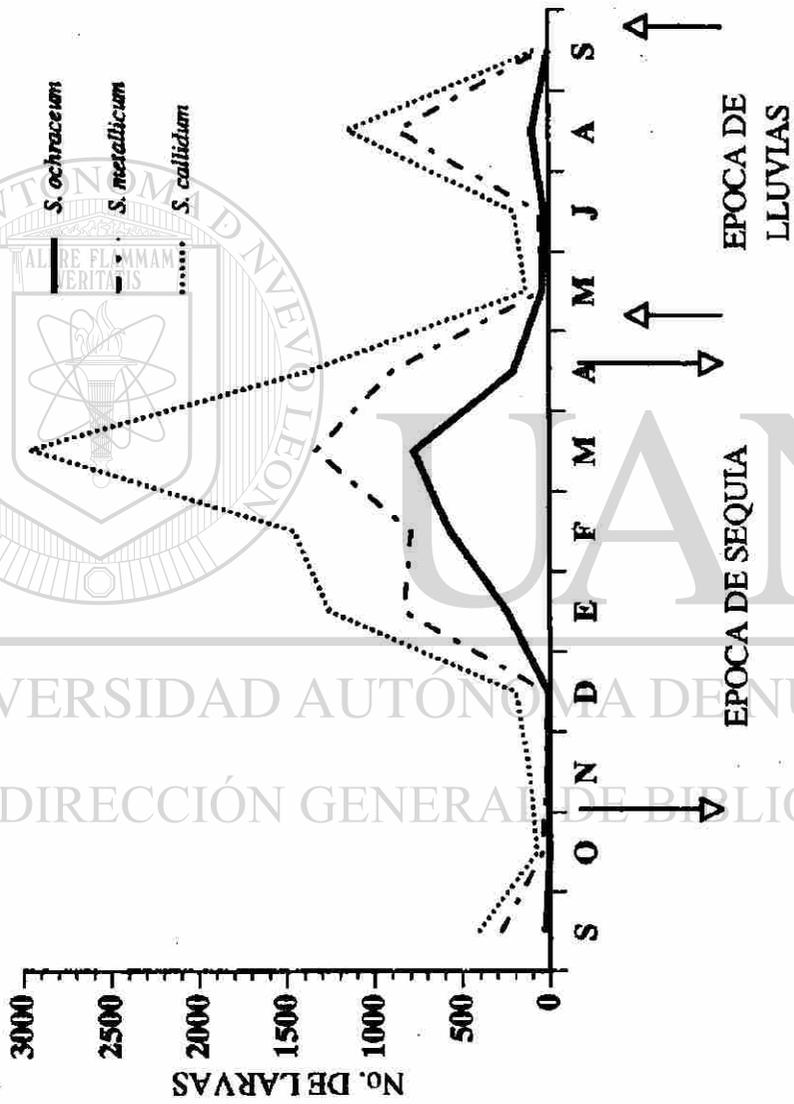


Figura 6. Fluctuación poblacional de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* de acuerdo a los periodos de lluvias y sequías observado durante un año de estudio en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México. (Las flechas indican los periodos de lluvias y sequía).

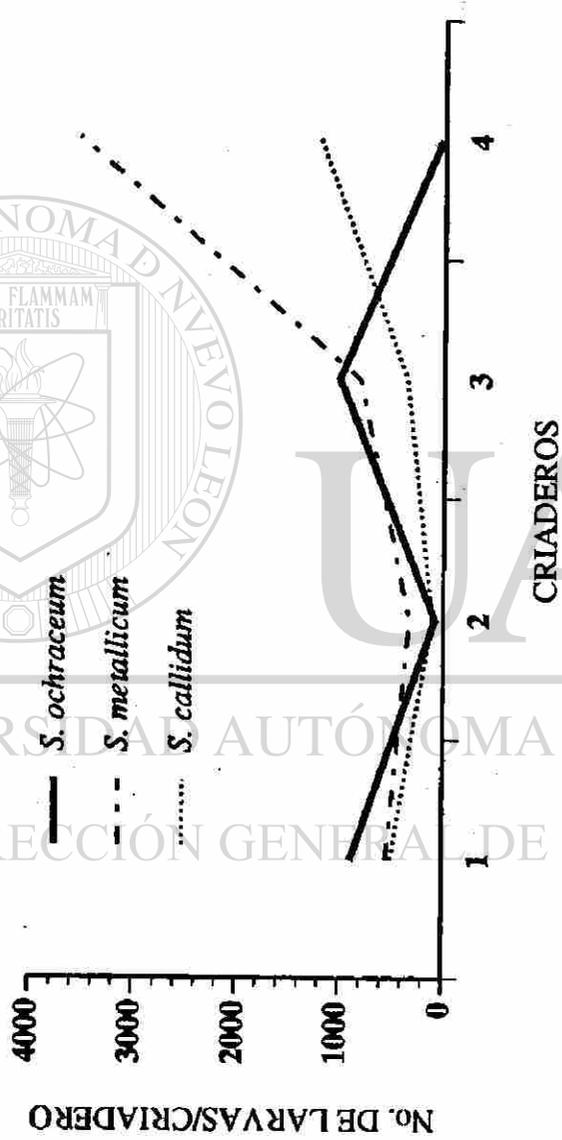
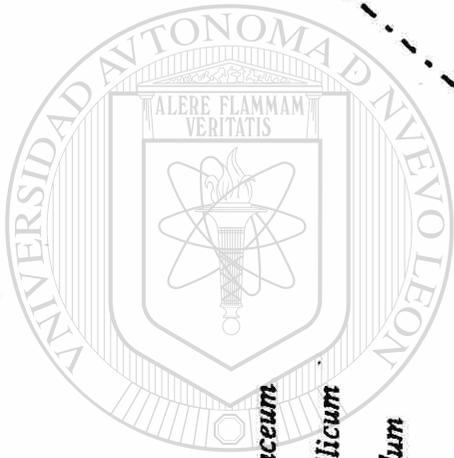


Figura 7. Distribución del número total de larvas de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* colectadas en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

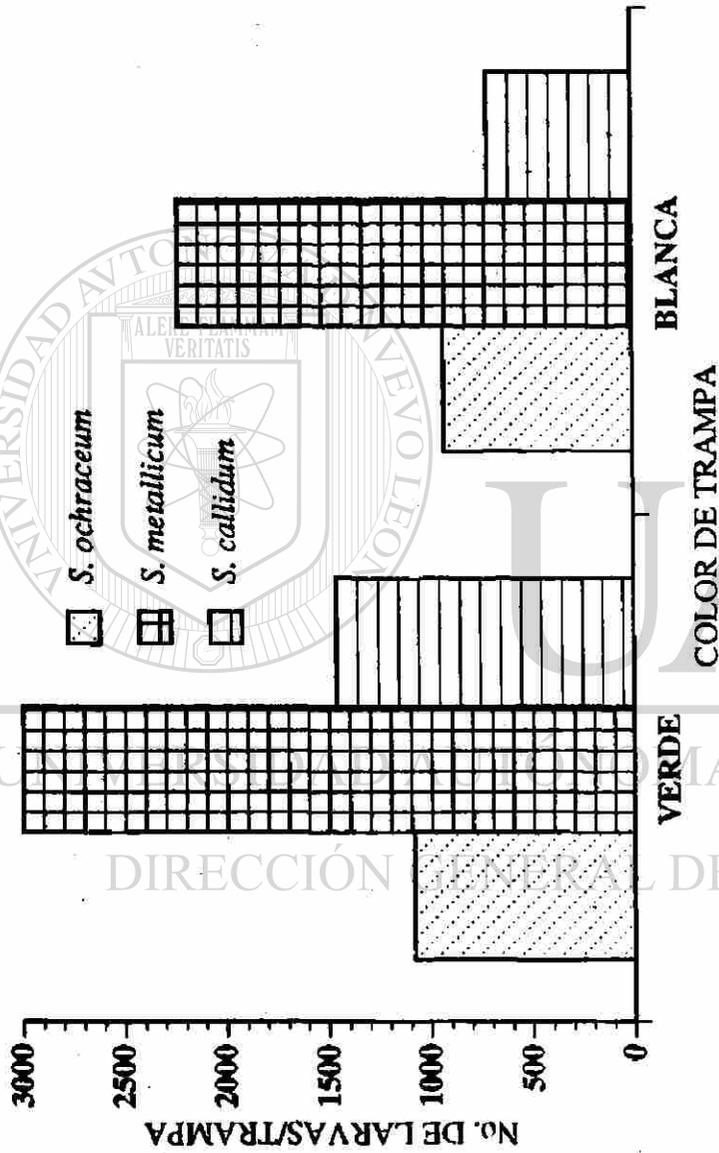
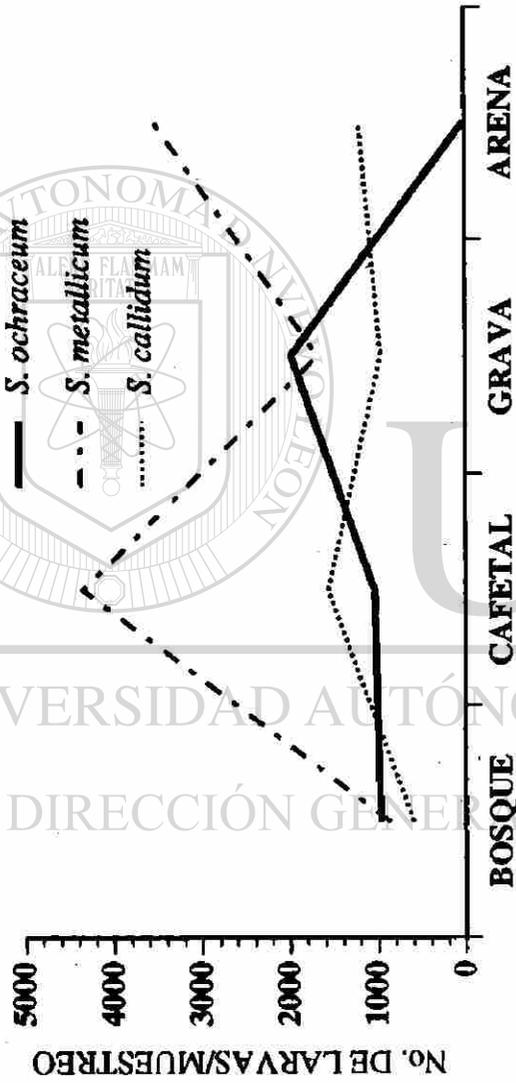


Figura 8 Distribución del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al color de trampa en que fueron colectadas en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad de Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.



FACTORES

Figura 9. Distribución del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación al tipo de ecosistema y lecho presente en los cuatro criaderos durante un año de muestreo en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

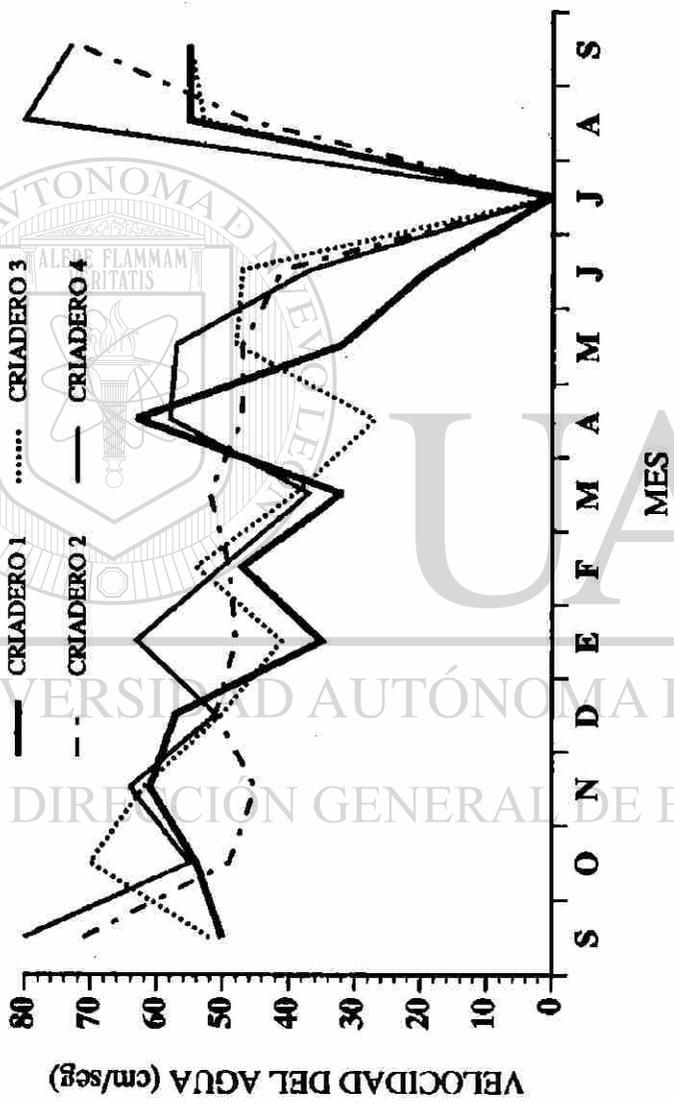


Figura 10. Cambios mensuales de la velocidad del agua (cm/seg) registrada en los cuatro arroyos-criadero durante un año de muestreo en Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.

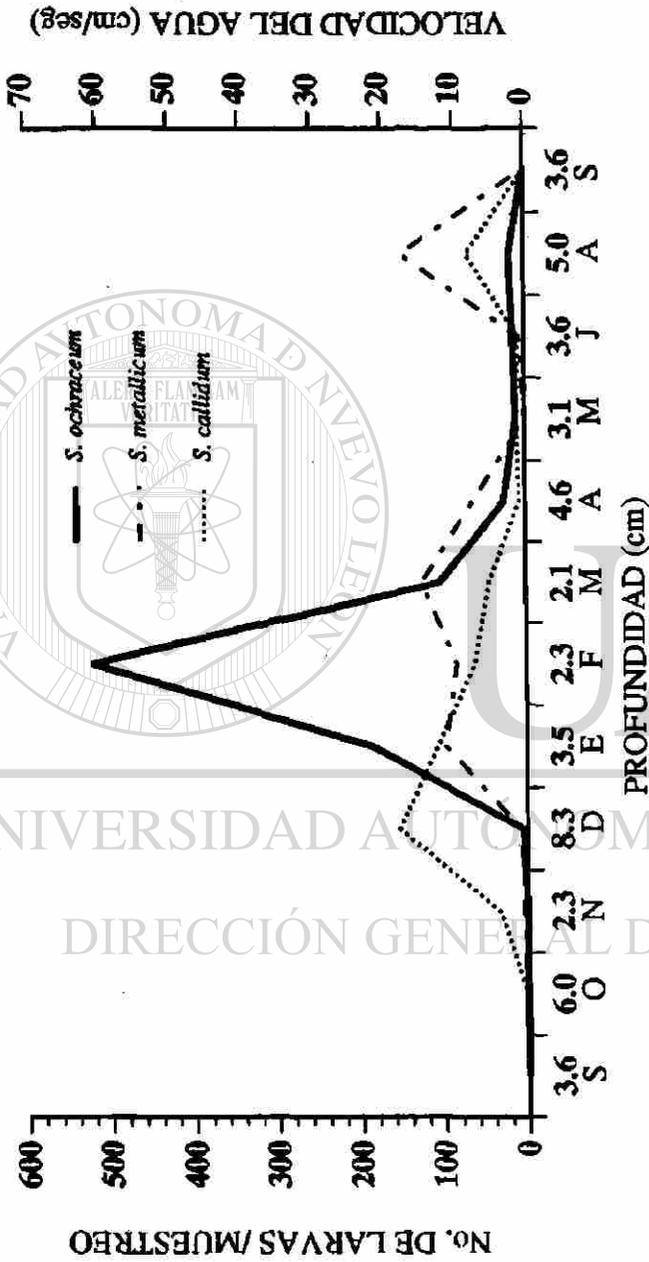
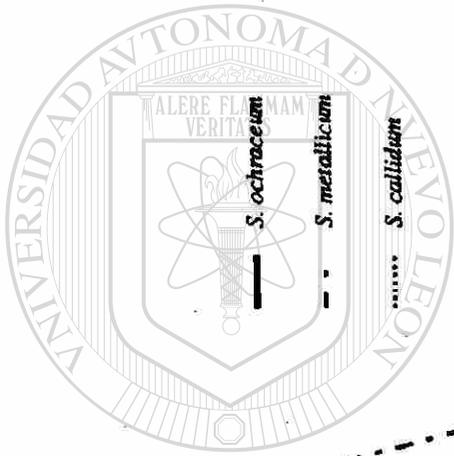


Figura 11. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 1 en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México (La letra inferior a la profundidad se refiere al mes)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 12. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación a la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 2, en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México (La letra inferior a la profundidad se refiere al mes).



Figura 13. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 3, en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México (La letra inferior a la profundidad se refiere al mes).

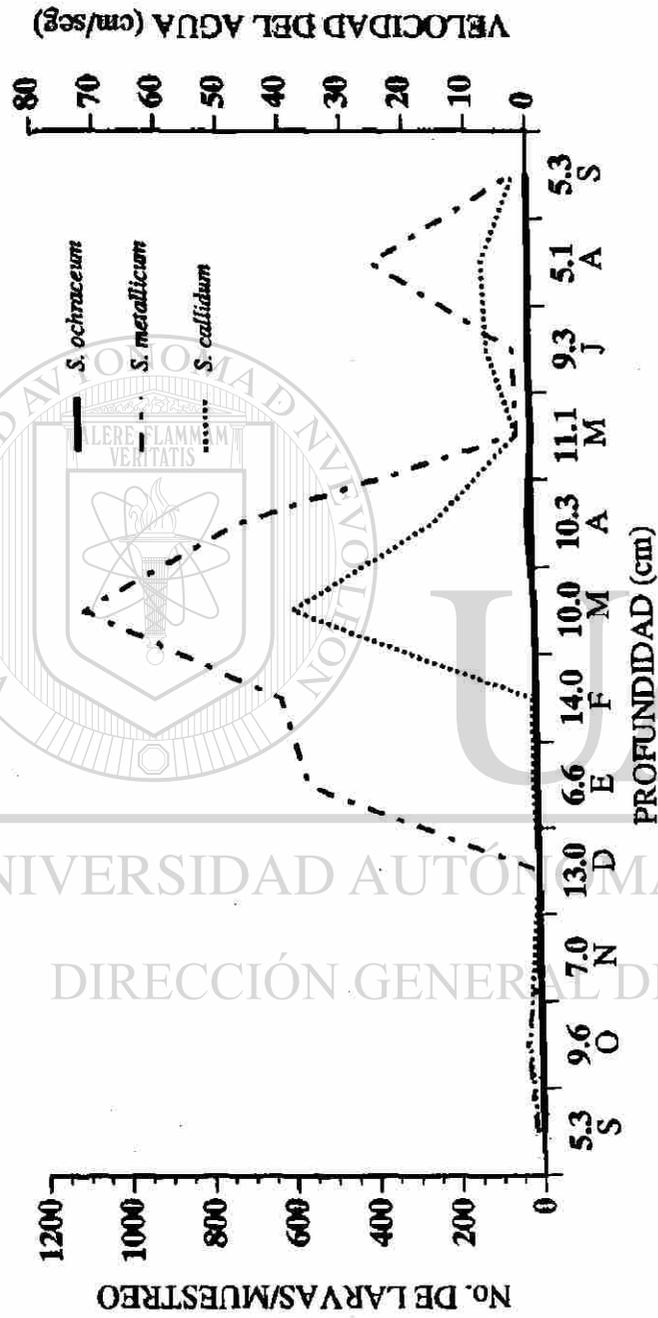


Figura 14. Distribución estacional del número de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en el criadero 4, en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México (La letra inferior a la profundidad se refiere al mes).

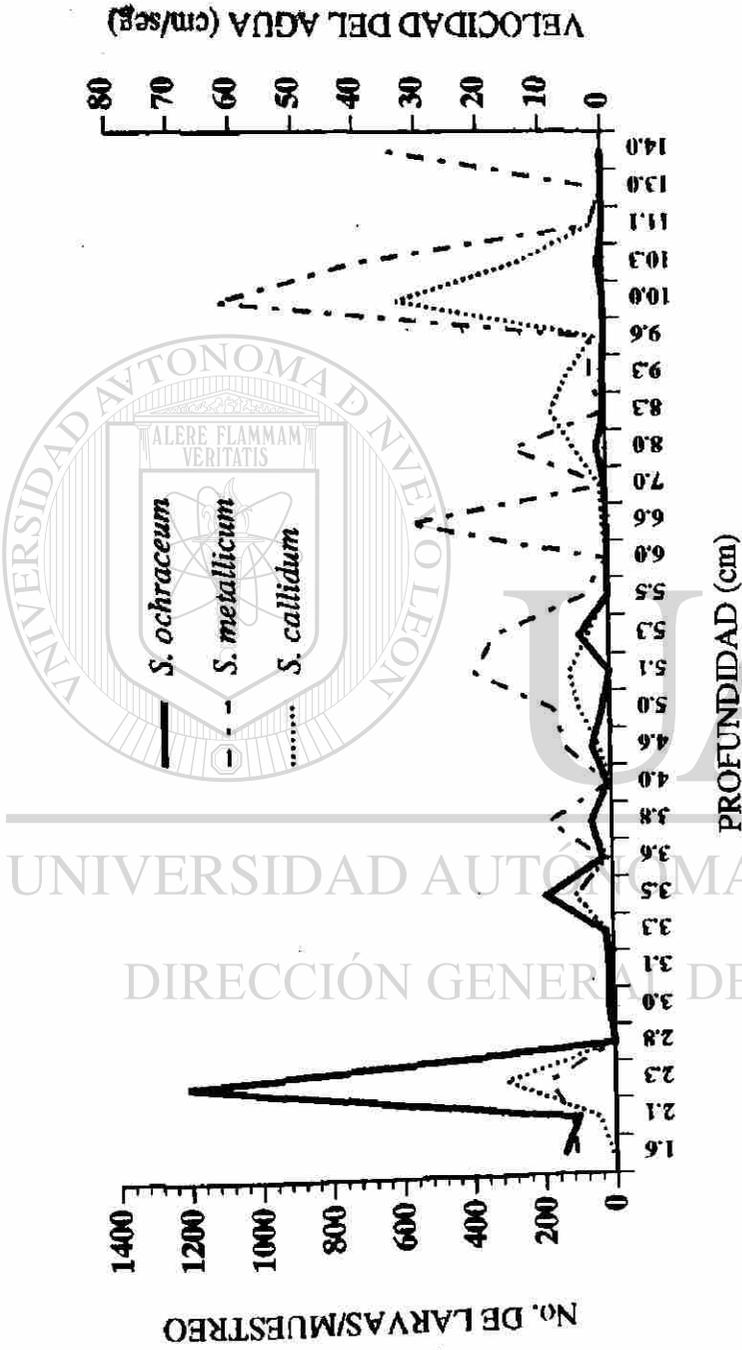


Figura 15. Fluctuación poblacional de formas inmaduras (larvas) de *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* y *S. callidum* en relación con la profundidad y velocidad específica del agua registrada en los cuatro criaderos muestreados durante un año, en la localidad Las Golondrinas, Acacoyagua, Chiapas, México.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUADALUPE