

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

Volumen 13

Número 1

Enero - Junio de 1987

SEÑOR(A)
QUIRONEZ MARTHA LUCIA
APARTADO AEREO No. 4851
BOGOTA



REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD
COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

Volumen 13

Número 1

Enero - Junio 1987

Licencia Mingobierno 002274/81

Permiso Adpostal 3208

Tarifa Postal Reducida para libros y revistas No. 239 de Adpostal

NOTA: SOCOLEN no se responsabiliza de las ideas emitidas por los autores.

Tiraje: 1.000 ejemplares



Portada:

Edición:

ROSALBA GALLEGO CASTAÑO
MARTHA MERCADO DE DUQUE

Comité de Publicaciones:

NHORA C. MEZA
ALEX BUSTILLO
ALFREDO SALDARRIAGA

JUNTA DIRECTIVA

Presidente:

GERMAN VALENZUELA VERA

Vicepresidente:

MIGUEL SANTIAGO SERRANO

Tesorero:

HERNAN RAMIREZ ADARVE

Secretaria:

RUBY LONDOÑO URIBE

Revisor Fiscal:

ALFREDO ACOSTA GOMEZ

VOCALES

Principales:

LIGIA INES MONCADA ALVAREZ

LIGIA NUÑEZ BUENO

MARCO F. SUAREZ AGUDELO

Suplentes:

DORA ALBA RODRIGUEZ SIERRA

ALBERTO MURILLO LOPEZ

ARMANDO BELLINI VICTORIA

SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

Apartado Aéreo No. 43672 Bogotá - Colombia.

BIOLOGIA, HABITOS Y DISTRIBUCION EN ANTIOQUIA DE LA CHINCHE DE ENCAJE *Dictyla monotropidia* STAL. (HEMIPTERA: TINGIDAE) EN NOGAL CAFETERO (*Cordia alliodora*) (RUIZ & PAVON) CHAM.

Alejandro Madrigal C.

3

CONTROL INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LAS FRUTAS *Anastrepha* spp. (DIPTERA—TEPHRITIDAE).

William Olarte E.

12

EFEECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO DEL PIOJO HARINOSO *Phenacoccus herreni* COX & WILLIAMS (HOMOPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EN EL CULTIVO DE YUCA *Manihot Esculenta*.

Carlos Julio Herrera

Anthony C. Belloti

Roy Van Driesche

Myriam C. Duque

19

ASPECTOS BIOECOLOGICOS DEL ORDEN TRICHOPTERA Y SU RELACION CON LA CALIDAD DE AGUA.

Amanda D. Quintero de G.

Angela Martha Rojas de H.

26

MADUREZ SEXUAL EN MACHOS DE *Aphis mellifera* DE ORIGEN MATERNO DIFERENTE.

Guiomar Nates Parra

Silvia Acevedo

39

REDACCION CIENTIFICA Y EMPLEO ACERTADO DEL IDIOMA.

42

**BIOLOGIA, HABITOS Y DISTRIBUCION EN ANTIOQUIA
DE LA CHINCHE DE ENCAJE *Dictyla monotropidia* STAL
(HEMIPHTERA: TINGIDAE) EN NOGAL CAFETERO
Cordia alliodora (RUIZ & PAVON) CHAM.**

Alejandro Madrigal C.*

RESUMEN

El nogal cafetero (*C. alliodora*) es una especie de gran futuro en la actividad reforestadora en Colombia por la buena calidad de su madera y su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y edáficas. Este trabajo se ocupa de estudiar la biología, hábitos y distribución en Antioquia de la chinche de encaje *D. monotropidia* (Hemiptera: Tingidae), insecto dañino estrechamente asociado con esta especie forestal. El ciclo de vida tiene una duración total de 45,49 días, distribuidos así: huevo 24,10 días, ninfa 21,39 días, (2,62, 4,06, 4,18, 4,10 y 6,43 días para el primero, segundo, tercero, cuarto y quinto instar respectivamente). Las hembras ponen un promedio de 45,8 huevos, incrustados en la nervadura central por el envés de las hojas, en la mayoría de los casos en una sola postura, que cuidan hasta la eclosión. Las ninfas permanecen agrupadas en el envés hasta llegar al estado adulto. El insecto se encontró en Antioquia, en todas las áreas donde se ha plantado nogal cafetero, con alturas por debajo de 1800 metros y temperaturas por encima del 18°C.

SUMMARY

**BIOLOGY HABITS AND
DISTRIBUTION IN ANTIOQUIA
OF CHINCHE DE ENCAJE
Dictyla monotropidia STAL
(Hemiptera: Tingidae) en nogal
cafetero (*Cordia alliodora*
(Ruíz & Pavon Cham).**

The nogal cafetero (*C. alliodora*) is one of the species with more future in the forest activity in Colombia because of the very good quality of the wood and its adaptability to a wide rank of weather and soil conditions. This work studied the biology, habits and distribution of the lacebug *D. monotropidia* (Hemiptera: Tingidae) in the Antioquia department. This insect is very harmful and closely associate to *C. alliodora*. The *D. monotropidia* life cycle took 45.89 days, distributed as follows: eggs 24.10 days; nymphs 21.39 days (2.2, 4.06, 4.18, 4.10 and 6.43 days for the first, second, third, fourth and fifth nymhal instars respectively). The females incrust the eggs in a single group (45.49 eggs average) in the main nervadura by the under surface of the leaves. The females take care of the eggs until they hatch. The nymphs remain together in the under surface of the leaves until they become adults.

INTRODUCCION

La elevada tasa de deforestación por causas sociales, económicas y políticas, como son la colonización y las concesiones a compañías madereras, entre otras, ha venido mostrando promedios de tala del bosque natural entre 450.000 y 500.000 hectáreas por año, acumulándose en los últimos 35 años un área total deforestada de 15.000.000 de hectáreas, lo cual contrasta con 100.000 hectáreas (0,67%) que es el área plantada en igual período.

Este fenómeno repercute en graves problemas erosivos dado que las áreas que no tienen otra opción que la de bosque, con taladas dando como conse-

cuencia áreas de ladera, pendientes y escarpadas que se utilizan en agricultura y ganadería para lo cual no son aptas, acelerando así los procesos de desplazamiento masivo de tales tierras. Esta situación se agrava por la falta de la regulación que antes ejercía el bosque, todo lo cual trae como consecuencia las ya frecuentes catástrofes causadas durante los períodos lluviosos en zonas tanto rurales como urbanas.

Toda esta problemática, a la cual contribuye la falta de una política forestal clara y coherente que estimule la actividad reforestadora, hace imperiosa la necesidad de buscar diferentes especies, tanto nativas como introducidas, que permitan un buen manejo silvicultural y la posibilidad de un razonable retorno económico para el inversionista.

Una de las especies que hasta el momento se ha mostrado como promisoría en el país es el nogal cafetero *Cordia alliodora*, por la buena calidad de su madera, por la facilidad para secarla al aire y para trabajarla, lo que permite su uso en construcción, ebanistería, cubiertas de barcos, puentes, polines, postes, empaques, pisos, mangos para herramientas, remos y otros.

En las pocas plantaciones hasta ahora establecidas con nogal cafetero en Colombia, se han detectado continuos ataques de insectos, entre los cuales la chinche de encaje (*Dictyla monotropidia*), ha sido el más frecuente. La ninfa y el adulto actúan como chupadores de savia y causan defoliaciones, a veces muy severas, especialmente en períodos de verano. Lo anterior sus-

* Ingeniero Agrónomo. Profesor Asociado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional. Apartado Aéreo 3840. Medellín, Colombia.

tenta la necesidad de adelantar estudios tendientes a conocer la biología, hábitos, ecología, distribución, enemigos naturales y posibles estrategias de control del insecto en Antioquia.

ANTECEDENTES

C. alliodora es una especie maderable de amplia distribución natural en América, se encuentra registrada en Méjico, América Central, Islas del Caribe, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. En Colombia es muy común en los valles de los ríos Cauca, Magdalena y Zulia. En Antioquia, se encuentra en Urabá y en el suroeste, donde se utiliza como sombrío en los cultivos de café (11). La especie crece bien a alturas desde el nivel del mar hasta los 1800 m.*

D. monotropidia fue registrada en 1941 por Brooks (2), en Trinidad. En el Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional, Seccional Medellín, existen especímenes colectados en 1948, en Chinchiná (Caldas), atacando *C. alliodora*. Drake y Cobben (3) registran la especie *D. parmata* (Distant) en las Boraginaceae *Cordia corymbosa*, *C. verbenaceae* y *Cochranea anchusaefolia* Gurke, en Suramérica y en *C. cylindrostachia* en las islas del Caribe, donde además citan a *D. alia* atacando *C. alba*. Posteriormente, Drake y Ruhoff (4) registraron la especie *D. cheriani* atacando árboles del género *Cordia* en la India.

Drake y Ruhoff (5) anotan como distribución para *D. monotropidia*: Argentina, Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Panamá, Paraguay, Puerto Rico, Salvador, Trinidad y Venezuela, y Hochmut Manso (8) lo registran en *Cordia* sp. en Cuba. Alayo (1) lo registra en *C. gerascanthus* y otras especies del mismo género. Madrigal (10) cita para *D. monotropidia* las siguientes plantas hospederas: *C. alliodora*, *C. gerascanthus*, *C. tomentosa* y algodo-

nero y lo destaca como plaga potencial en plantaciones de *Cordia*.

Ford (7), destaca a esta especie como la plaga más seria que afecta los cultivos jóvenes de *Cordia* en Costa Rica y cita algunos predadores. Morero y Martorell, citados por Ford (7), registran la presencia de esta plaga en Puerto Rico.

López, Villa y Madrigal (9) estudiaron la biología de *Corythucha gossypii* (F.) (Hem: Tingidae) en girasol, trabajo en el cual se describe la metodología que fue adoptada para el estudio del ciclo de vida de *D. monotropidia*.

MATERIALES Y METODOS

En el insectario de la Universidad Nacional, sede de Medellín, se montaron los trabajos de laboratorio, teniendo como objetivos generales: estudiar la biología del insecto; recopilar las observaciones preliminares sobre comportamiento y hábitos de este insecto en relación con su huésped y un reconocimiento preliminar para determinar la distribución del insecto en diferentes zonas del departamento de Antioquia.

Según Espinal (6) Medellín está ubicado en la zona de bosque húmedo Pre-montano (bh-P), a una altura de 1500 msnm; su temperatura media es de 21°C y su promedio anual de lluvias es 1446,7 milímetros, con períodos de precipitación en los meses de Mayo y Octubre, y de tiempo seco, a principios de año y en los meses de Julio y Agosto.

Las observaciones sobre comportamiento y hábitos en condiciones de campo se realizaron tanto en los predios de la Universidad, como en las diferentes regiones del departamento de Antioquia.

Se visitaron los siguientes municipios con el fin de estudiar la distribución del insecto.

En el norte del departamento los municipios: Don Matías, Santa Rosa y

Yarumal. En el suroeste: Amagá, Venecia, Andes y Támesis. En el sur: San Antonio de Prado, La Estrella, Caldas y Santa Bárbara. Y en el oriente: El Retiro, Rionegro, Santuario y Cocorná.

Cada uno de los municipios se visitó 2 veces, una en período de verano y la otra en época de invierno.

Entre los materiales empleados en el estudio se mencionan los siguientes: plántulas de *C. alliodora*, cajas petri, lupas 20X, microscopio estereoscópico, micrómetro de base, micrómetro ocular de rejilla, pinceles no. 001 y 002 y jaulas de acetato con estructura metálica de 50 cm de altura por 30 cm de diámetro.

Para el estudio del ciclo de vida se empleó el método siguiente: En los predios de la Universidad Nacional existentes árboles de *C. alliodora* infestados con *D. monotropidia* en los cuales se colectaron posturas de la chinche para iniciar las observaciones del ciclo a partir de la eclosión. Simultáneamente se colectaron y sexaron adultos y se colocaron en arbolitos de nogal de 30 a 40 cm de altura, en proporción de 2 hembras por 4 machos, para obtener huevos en los cuales se tomaron los datos de incubación, número de huevos por postura y características de las mismas.

Las ninfas obtenidas por los dos métodos citados se empezaban a observar para determinar la duración de cada instar; la medición se hizo con base en el desprendimiento de las mudas las cuales permanecen adheridas al sustrato. Los instares se describieron previamente en forma macroscópica muy precisa y se dibujaron detalladamente lo mismo que los adultos. Esto facilitó el reconocimiento de todos los instares durante la ejecución del trabajo.

Adultos obtenidos en el laboratorio fueron sexados y colocados en plántulas dentro de jaulas para observar la cópula y determinar los parámetros relacionados con ellos. En el estado

* Información personal suministrada por el Ingeniero Forestal Ignacio del Valle, Profesor Dpto. Recursos Forestales, Universidad Nacional, Medellín.

adulto se hicieron las siguientes observaciones:

- Período precópula
- Período preoviposición
- Número de huevos por postura
- Porcentaje de eclosión
- Duración de los adultos

Las observaciones de campo para determinar la distribución del insecto consistieron en buscar en las zonas visitadas árboles de nogal cafetero y determinar en ellos la presencia o no de la chinche.

RESULTADOS

DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES ESTADOS

Huevo

Los huevos tienen forma oval alargada, a veces ligeramente curvada, con un extremo romo más amplio que el otro; el extremo más aguzado presenta un pequeño cuello que delimita una corona sobre la cual se encuentra el opérculo (Figura 1). Recién depositados son de color blanco cremoso; un día después, el opérculo y la porción del huevo que no está incrustada en el tejido, presentan coloración café oscura a negra.

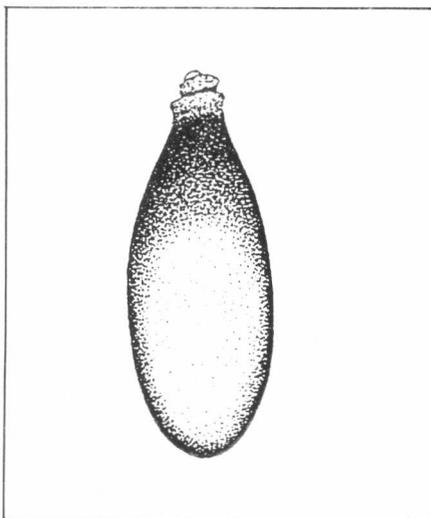


FIGURA 1. Huevo natural.

TABLA 1. Dimensiones de los huevos de *Dictyla monotropidia*.

Longitud (mm)	Frecuencia	Diámetro mayor mm	Frecuencia	Diámetro de la corona mm	Frecuencia
0,500	7	0,160	4	0,055	1
0,516	2	0,200	13	0,066	6
0,533	11	0,215	3	0,075	3
0,538	3	0,230	6	0,083	4
0,577	1			0,100	12
0,610	2				
\bar{X} : 0,531	n: 26	\bar{X} 0,203	n: 26	\bar{X} 0,075	n: 26
σ_n : 0,029		σ_n : 0,020		σ_n : 0,015	

De acuerdo con los resultados de la Tabla 1 los huevos presentan en sus diferentes dimensiones las siguientes medidas.

El número de huevos por postura, varía de 8 a 157. En 20 posturas contadas, el promedio de huevos fue 45,85. Según lo observado, la hembra hace solamente una postura grande y la cuida hasta su eclosión, o dos más pequeñas, caso en el cual generalmente no cuida ninguna.

Ninfas

Durante su desarrollo la chinche pasa por cinco instares ninfales, cuya descripción simplificada y precisa ofrece la información suficiente para distinguir cada uno de ellos (Figuras 2 a 6).

Primer instar (Figura 2)

Al emerger del huevo, la ninfa es de color amarillo claro, pero una a dos

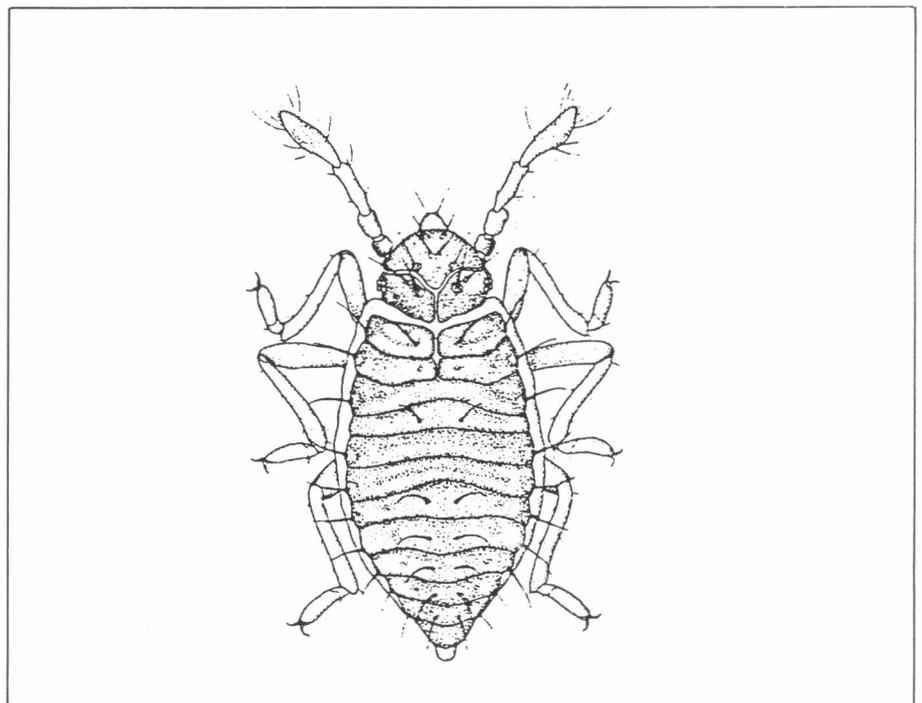
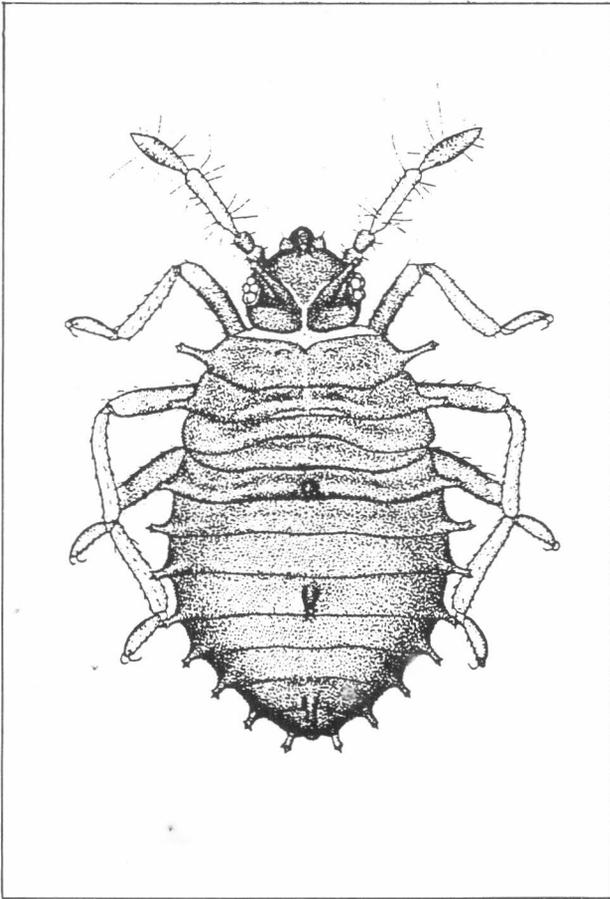
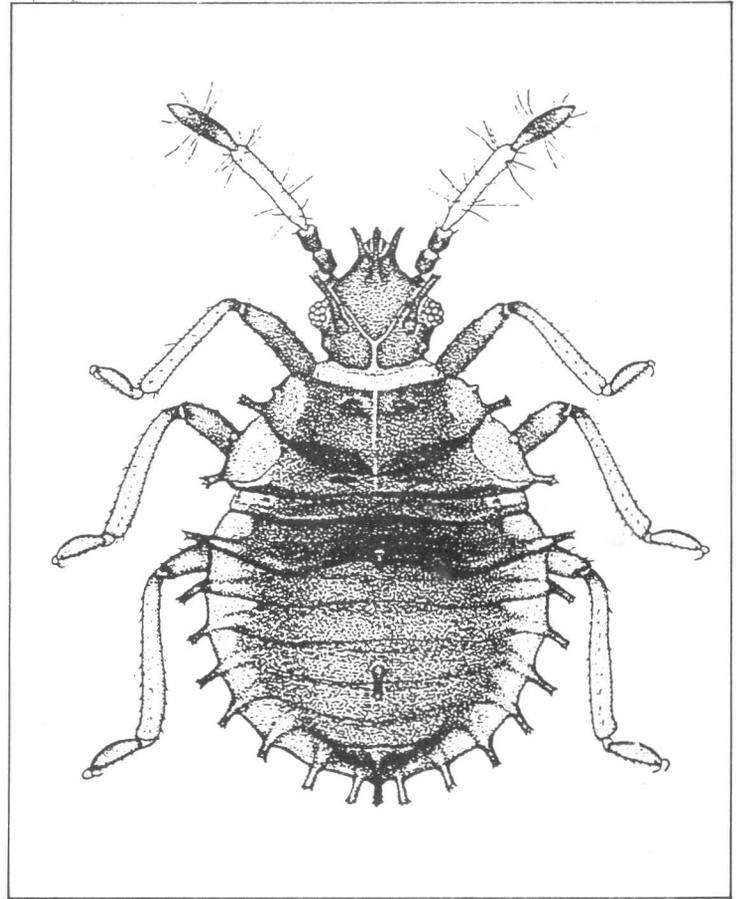


FIGURA 2. Ninfa Instar I.

FIGURA 3. *Ninfa Instar II.*FIGURA 4. *Ninfa Instar III.*

horas después muestra una coloración rojiza que aproximadamente a las seis horas se torna negra. Es de forma oval con su extremo abdominal más agudo que el anterior. Dorso ligeramente convexo. Las antenas presentan cuatro segmentos bien definidos, el primero, es un poco más pequeño que el segundo y éste la mitad de largo que el tercero; el tercero y cuarto artejos, son iguales en longitud pero más grueso el cuarto; ambos presentan setas de diferente longitud; son más abundantes en el último segmento. En la cabeza, presenta setas en la región del vertex y en el occipital. Los ojos tienen cinco omatidios. La proboscis tiene cuatro segmentos poco diferenciados y se proyecta hasta el quinto urosternito.

El protorax y los urómeros II, V, VI, VIII y IX presentan una chalaza a cada

lado de la línea mesal. Existe además una chalaza en los ángulos posterolaterales del pro, meso y metatórax y en los segmentos abdominales III a VIII. Los segmentos abdominales X y XI son visibles pero sin ningún proceso.

Segundo instar (Figura 3)

Las ninfas en segundo instar muestran forma oval pero más redondeada que en el primero, color negro uniforme, parte dorsal del cuerpo muy plana. La cabeza mucho más diferenciada que en el primer instar. Las setas del vertex se transforman en un escolo y las frontales en dos escolos; así mismo las occipitales. Los ojos tienen cinco omatidios pero más prominentes que en el primer instar. La proboscis con segmentación más definida y proyectada solo hasta el tercer urosternito.

A partir de este instar, las chalazas se transforman en escolos y se notan claramente así: uno sobre la línea mesal en cada uno de los urotergitos II, V y VIII; uno a cada lado del pro y el mesotórax y uno en cada ángulo posterolateral de los segmentos abdominales II a IX, de los segmentos abdominales X y XI apenas se alcanza a notar el último.

Tercer instar (Figura 4)

Tiene forma oval, casi redonda, con la cabeza muy bien definida. Color negro uniforme exceptuando el tercer artejo antenal y las tibias de todas las patas que son de color gris muy claro. La longitud del cuarto segmento antenal es dos tercios de la longitud del tercero. Los ojos tienen 14 omatidios muy prominentes.

Los escolos del vertex, parafrontales y occipitales se observan muy desarrollados, alcanzan mayor longitud que en el segundo instar. Aparece un escolo a cada lado de la línea mesal en el pro y mesotórax. También aparece una pequeña prominencia (comienzo de formación de otro escolo) en la parte lateral media del protórax. Los demás escolos, igual que en el segundo instar.

Cuarto instar (Figura 5)

En este instar la ninfa tiene forma oval; negro uniforme, exceptuando el tercer segmento antenal y las tibiae que son de color claro. La longitud del cuarto segmento antenal es la mitad de largo del tercero; ojos con 40 omatidios.

Todos los escolos de la cabeza se ven fuertes y bien desarrollados.

El protorax presenta, además de sus dos escolos centrales, tres escolos marginales y se empieza a definir claramente el pronoto. El mesotórax se transforma y muestra claramente los cojines alares que se proyectan hasta el margen posterior del primer urotergito, los cuales presentan en sus bordes laterales tres escolos de tamaño diferente.

Quinto instar (Figura 6)

Su cuerpo es de forma oval más alargado que en el tercero y cuarto instar; cabeza claramente diferenciada; antenas con su tercer segmento de color

claro, el cuarto tan largo como la mitad del tercero.

Pronoto claramente definido, de color negro con una mancha blanca semicircular en cada margen antero-distal y otra blanca, en forma de corazón en la parte postero mesal.

El pronoto presenta un cuarto escolo en cada margen antero-lateral. Cojines alares de color blanco con áreas negras en las regiones basal y apical, proyectadas hasta el margen posterior del cuarto urotergito. El abdomen plano y de color negro.

Adulto (Figura 7)

Es una pequeña chinche que mide 3 a 4 mm de longitud y 1,5 a 2 mm de

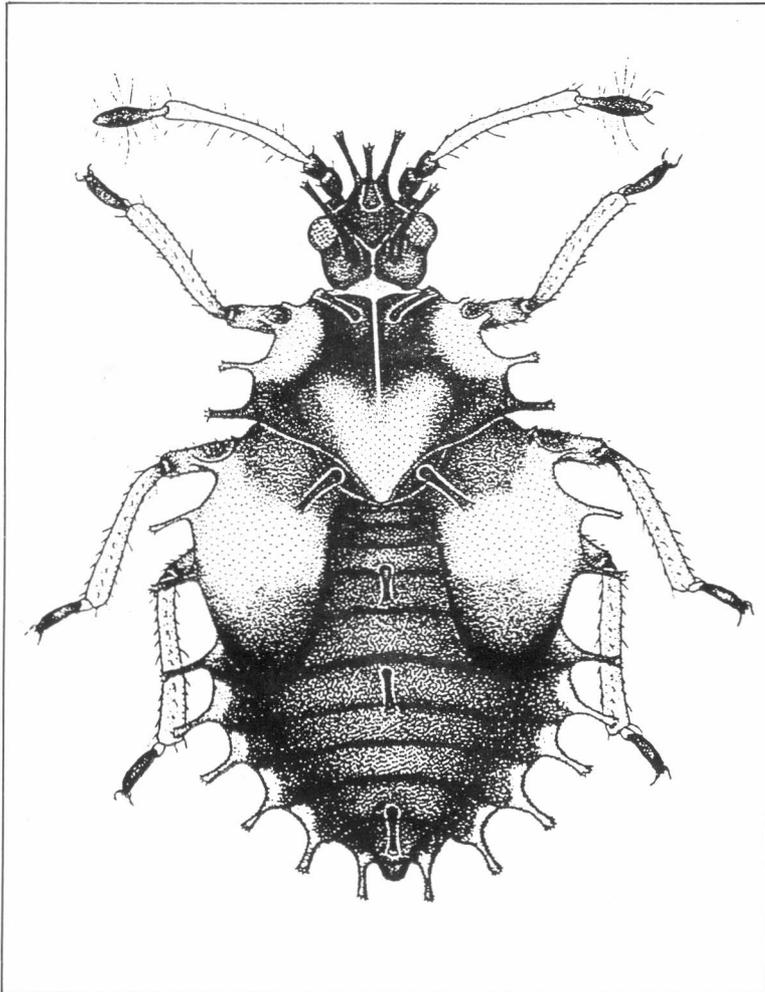


FIGURA 5. *Ninfa Instar IV.*

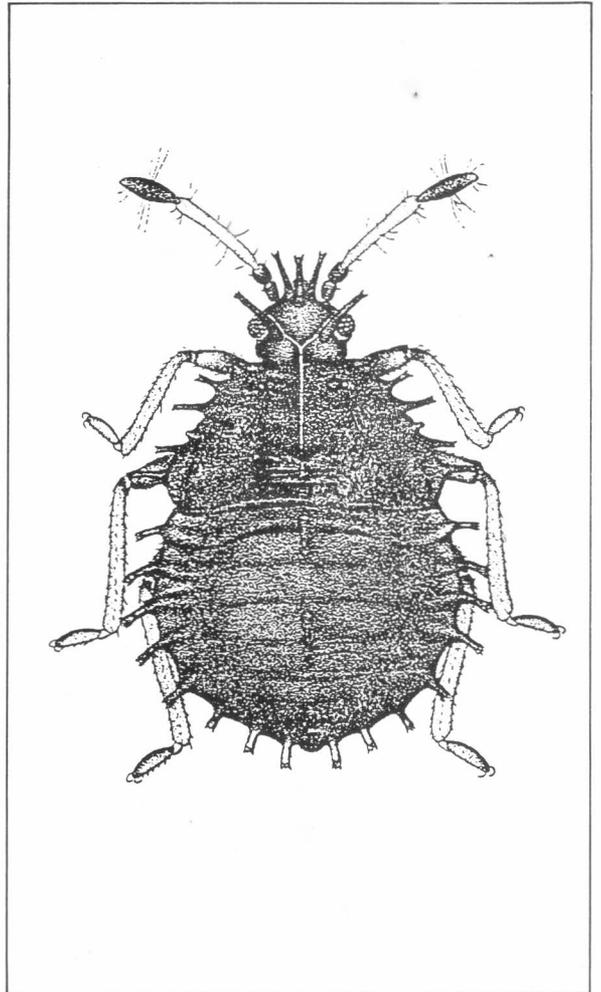


FIGURA 6. *Ninfa Instar V.*

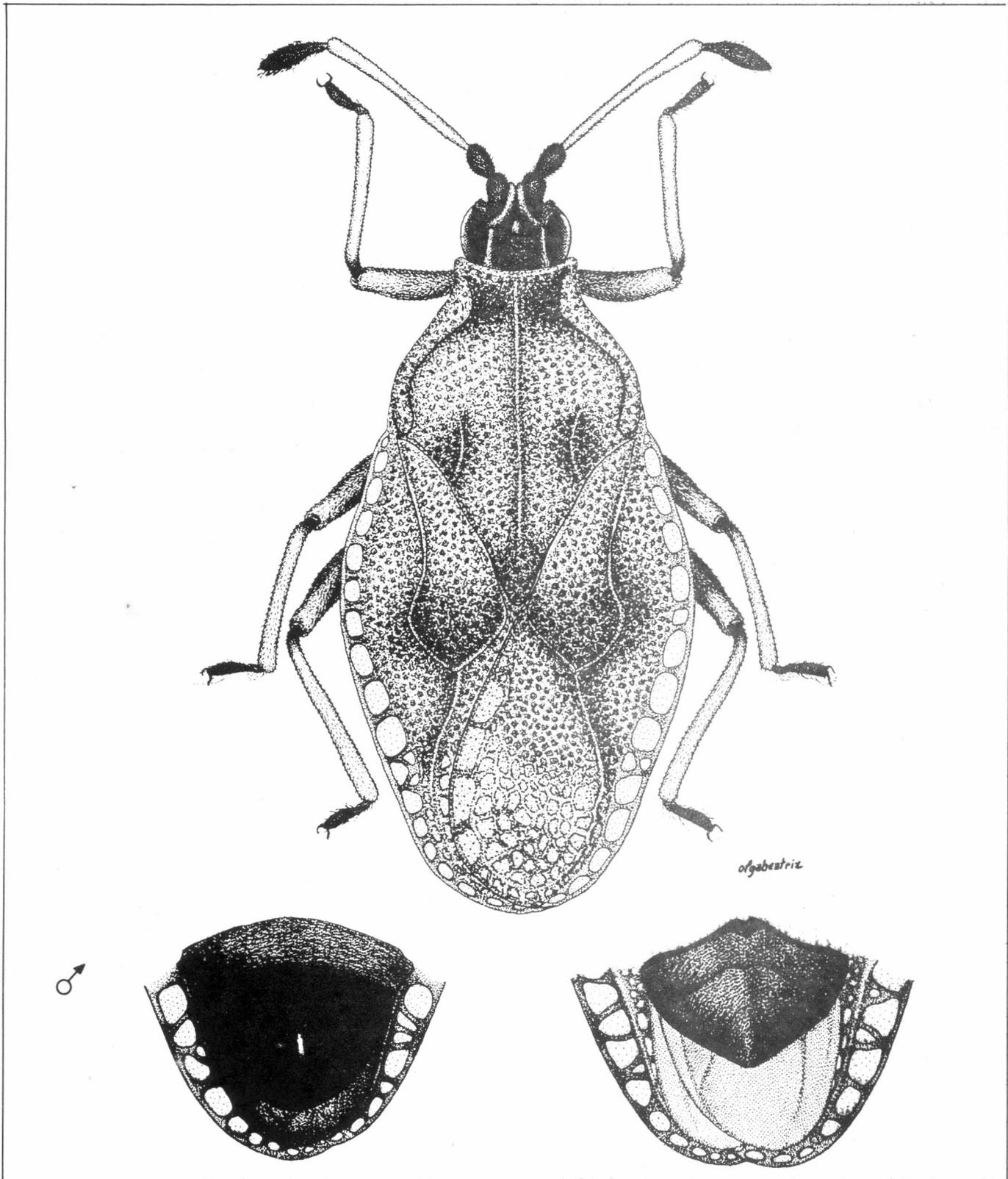


FIGURA 7. Adulto de *D. monotropidia*. Abajo detalle ventral de la parte final del abdomen del macho y la hembra (dibujo del natural. Olga Beatriz Giraldo).

ancho, tiene forma de óvalo alargado, la hembra es de apariencia muy robusta. La longitud de las antenas corresponden a más o menos la mitad de la longitud del cuerpo; con sus dos primeros artejos de color negro, cortos y robustos, el tercero es de color café claro o amarilloso, más largo que todos los demás y el cuarto es de color negro, muy pubescente y aproximadamente tan largo como un tercio de la longitud del tercero.

Esta especie se caracteriza, en general, según Alayo (1) por su aspecto robusto y por tener pronoto con carinas laterales muy poco marcadas; paranotos apretadamente doblados sobre el pronoto y hemiólitros con una hilera de grandes celdillas hialinas rodeando los bordes costal y apical. Son de color café oscuro.

Las hembras son ligeramente más grandes y robustas que los machos y se pueden distinguir fácilmente porque su extremo abdominal termina en ángulo, mientras que en los machos es redondeado y muy prominente.

BIOLOGIA

La duración total del ciclo de vida, desde el huevo hasta la emergencia del adulto varió, de 28 a 60 días, con un promedio de 45,89 días (Tabla 2); en el estado ninfal pasa por cinco instares, ya descritos, cuya duración promedio fue de 2,62, 3,06, 4,18, 4,10 y 6,43 para los instares I, II, III, IV y V respectivamente y un total, para el estado ninfal de 21,39 días. El adulto tiene una duración promedio de 14,33 días.

Lo anterior indicaría que este insecto podría tener ocho generaciones por año, sin embargo debe tenerse en cuenta que en los períodos lluviosos la oviposición se reduce al mínimo y la duración del ciclo de vida se prolonga considerablemente. La Tabla 3 resume la información obtenida durante todo este estudio en relación con el ciclo de vida de la chinche de encaje (*D. monotropidia*).

TABLA 2. Comportamiento reproductivo de la chinche de encaje del nogal cafetero *Dictyla monotropidia*.

	Duración en Días				n *
	Min.	Max.	Prom.	Dev. Stand.	
Período Precópula	1	3	1,75	0,343	8
Período Preoviposición	1	4	3,12	0,541	9
no. de nuevos postura	8	157	45,85	37,94	20
% Eclosión	92,4	100	95,33	3,41	150
Duración adulto	2	43	32	14,33	18

* Número de especímenes observados.

TABLA 3. Duración de los estados de huevo y ninfa de la chinche de encaje del nogal cafetero. *Dictyla monotropidia*.

	Duración en Días				no. de especímenes
	Min.	Max.	Prom.	Dev. Stand.	
Huevo	12	29	24,10	5,675	62
Ninfa	16	31	21,39		459
Ninfa I	2	5	2,62	0,997	50
Ninfa II	3	6	4,06	0,668	71
Ninfa III	3	6	4,18	0,695	114
Ninfa IV	3	6	4,10	0,721	98
Ninfa V	5	8	6,43	0,839	126

HABITOS

La hembra deposita sus huevos incrustados en grupos, generalmente en la nervadura central por el envés de las hojas, de preferencia en ramas medias y bajas. Los árboles más atacados parecen ser los menos fértiles, con follaje menos denso, hojas más angostas, hirsutas y de color más claro, observándose con frecuencia árboles severamente atacados al lado de árboles sanos. Todo parece indicar que la hembra al ovipositar inyecta alguna toxina ya que tres o cuatro días después de la oviposición, el área aledaña a la postura presenta necrosidad y con frecuencia se rompe.

Las ninfas recién emergidas permanecen agrupadas chupando savia alrede-

dor de la postura y al parecer inyectando también alguna toxina, dado que el daño de quemazón o necrosis que se observa en las hojas es desproporcionado en relación con el número y tamaño de las ninfas de cada colonia.

Las ninfas que emergen de cada postura permanecen agrupadas, siempre por el envés de las hojas hasta llegar al estado adulto.

Las hojas atacadas, vistas por el haz, muestran una coloración amarillenta con un área central necrosada alrededor del sitio donde estaba localizada la postura. Esta necrosis se va extendiendo a medida que las ninfas crecen y causan mayor daño debido a su hábito alimentario. Por el envés, además de los síntomas descritos y que son aún

TABLA 4. Distribución de la chinche *Dictyla monotropidia* en el departamento de Antioquia.

Localidad	Altura (msnm)	Temperatura °C
1 * Amagá	1392	21
2 * Andes	1357	21
3 * Barbosa	1300	22
4 * Caldas	1700	18
5 * Cocorná	1300	23
6 Don Matías	2206	17
7 La Ceja	2180	18
8 * La Estrella	1775	20
9 * Medellín	1538	22
10 * Puerto Triunfo	150	27
11 Retiro	2175	16
12 Rionegro	2120	17
13 San Antonio de Prado	1775	20
14 * San Carlos	1036	22
15 * Santa Bárbara	1800	20
16 Santa Rosa	2562	15
17 * Támesis	1600	21
18 * Venecia	1350	20
19 Yarumal	2300	16

* Municipios donde se encontró el insecto.

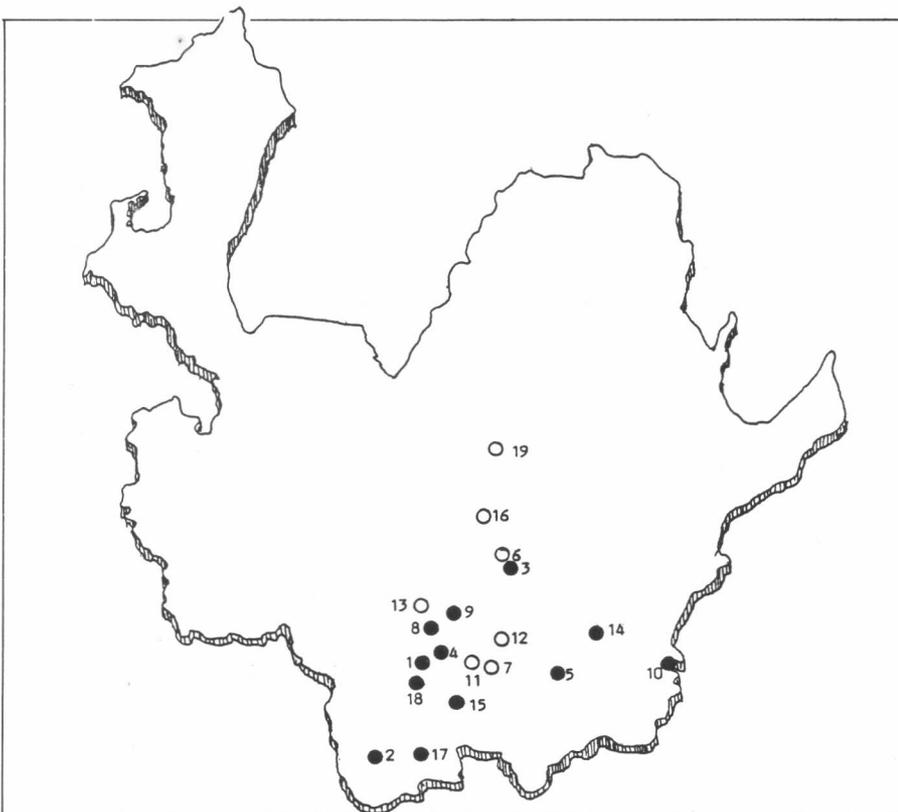


FIGURA 8. Localidades donde se encontró nogal cafetero en plantaciones, parcelas o silvestre. Aparecen en negro aquellas donde se encontró *D. monotropidia* y en blanco aquellas donde no se halló.

más notorios, se observan abundantes puntos negros de aspecto oleoso que corresponden a las excreciones de las ninfas; así mismo, se observan abundantes mudas acumuladas ya que las ninfas cuando van a mudar, se adhieren con sus garras tarsales al sustrato y por esta razón las exuvias permanecen adheridas.

Al llegar al estado adulto copulan uno a tres días después, lo cual hacen aún en el grupo, aunque a veces la hembra se aleja, seguida de un macho a una hoja cercana o a otra parte de la misma. La hembra, una vez fecundada busca en las cercanías del sitio un lugar adecuado, hace su postura y permanece cuidándola hasta la eclosión. Algunas hembras abandonan la postura poco antes de la eclosión. Cuando la cópula ocurre en el grupo, la hembra se retira y busca un lugar para la oviposición.

Los adultos se camuflan en las áreas necrosadas o en las axilas de las hojas, permaneciendo inmóviles por períodos prolongados, especialmente cuando el clima es muy frío. En la época de invierno se observaron adultos en un mismo lugar, hasta por 24 días.

Durante el invierno no se observan oviposiciones ni cópulas y las poblaciones se reducen considerablemente. Al mismo tiempo, los árboles recuperan abundante cantidad del follaje perdido en el último verano, el cual permanece sin daño aparente hasta unos dos meses después de iniciado nuevamente el verano, cuando las hojas en las que había permanecido la población durante el invierno, se secan y se caen. Los adultos inician entonces un nuevo ciclo en las hojas medias y bajas de los árboles.

DISTRIBUCIÓN EN ANTIOQUIA

La chinche *D. monotropidia*, se registró en todas las localidades visitadas donde se encontró *C. alliodora* con alturas inferiores a 1800 metros y temperaturas superiores a 18°C. La Tabla 4 y la Figura 8 muestran las localidades visitadas y aquellas en las cuales

se encontró el insecto. A mayores alturas fue frecuente encontrar la especie *D. parmata* (Distant) atacando *Cordia acuta* y en las zonas más cercanas al nivel del mar, además de *D. monotropidia*, siempre asociada con *C. alliodora*, se encontró la especie *D. berryi* (Drake) asociada con otras especies silvestres de *Cordia*.

CONCLUSIONES

- Según la literatura y las observaciones del autor, la chinche de encaje del nogal cafetero o moho *D. monotropidia*, es de amplia distribución, sin embargo ésta no parece adaptarse a todas las zonas de distribución de su huésped ya que éste puede encontrarse hasta los 2000 metros de altura, en cambio el insecto sólo se encuentra en alturas hasta 1800 metros.
- Este insecto está estrechamente asociado con la especie forestal *C. alliodora*. Las condiciones que podrían considerarse óptimas para ella, lo son también para la chinche, por tanto, merece tenerse siempre en cuenta en los planes sanitarios de las plantaciones de nogal que se establezcan.
- Aunque las condiciones óptimas para el desarrollo y reproducción de

D. monotropidia son cálidas, aparentemente no importa mucho la humedad, pues el insecto sobrevive en los períodos de invierno.

Este insecto ofrece aspectos de gran interés para estudios de biología y comportamiento.

Agradecimientos a:

- Los Ingenieros Javier Jailler y Genaro Botero, gerentes anterior y actual de la Sociedad Forestal de Antioquia (CORFORESTAL).
- La señorita Olga Beatriz Giraldo, Dibujante.
- Señor Francisco Serna. Colaborador en los trabajos de laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alayo, D.P. 1967. Catálogo de fauna de Cuba; los Hemípteros de Cuba. VII familia Tingidae. La Habana, Cuba, Academia de Ciencias. 31 p. (Trabajo de divulgación No. 54).
2. Brooks, R.L. 1941. Notes on attacks of *Monanthia monotropidia* Stal in Trinidad. Caribbean Forester 2:7.
3. Drake, C.J.; Cobben, R.H. 1960. The Heteroptera of the Netherlands Antilles. V. Tingidae. Studies on the Fauna of Curacao and other Caribbean Islands. 11:67-97.
4. Drake, C.J.; Rohoff F. 1961. New genera and new species of Lacebugs from the Eastern Hemisphere (Hemiptera: Tingidae). Proc. of the N. S. Nat. Museum. 113: 125-183.
5. Drake, C. J.; Rohoff F. 1965. Lacebugs of the world; a catalog (Hemiptera: Tingidae). Smithsonian Inst. U. S. Nat. Mus. Bull. 243. 634 p.
6. Espinal, S. 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 238 p.
7. Ford, L. B. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación. 53p. (Informe Técnico no. 7).
8. Hochmut, R.; Manso, D.M. 1975. Protección contra las plagas forestales en Cuba. La Habana, Instituto Cubano del Libro. 290 p.
9. López, A.; Villa, B.; Madrigal, A. 1982. Ciclo de vida de la chinche de encaje *Corytrucha gossypii* (f) (Hemiptera: Tingidae) en girasol (*Helianthus annuus* L.). Rev. Col. Entomol. 8: 19-27.
10. Madrigal, A. 1980. Chinchas de encaje (Hemiptera: Tingidae) en Colombia. Rev. Col. Entomol. 4: 76-95.
11. Mozo, M.T. 1972. Algunas especies aptas para la reforestación en Colombia. Bogotá, editorial ABC. 297 p.

CONTROL INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LAS FRUTAS *Anastrepha* SPP. (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

William Olarte Espinosa*

RESUMEN

En Colombia la producción frutícola es importante porque es fuente nutricional de la población y por sus buenas perspectivas para la exportación. Sin embargo, se halla afectada en forma grave por el ataque constante de las moscas de las frutas *Anastrepha* spp. Por esta razón, se realizó la presente investigación en seis localidades del municipio de Guavatá, Santander, cuyo objetivo fue obtener un procedimiento de control efectivo, económico y ecológicamente seguro. Para este fin se diseñó y probó una estrategia de Control Integrado de Plagas con efecto detrimental sobre las poblaciones de los adultos y de las larvas de las moscas, replicando tres veces el ensayo. El método excluyó la aplicación de insecticidas e incluyó la utilización simultánea y constante de trampas McPhail (150), insectos benéficos (40.054) y eliminación de parte de los frutos infestados que comúnmente permanecen sobre el suelo de las plantaciones. También se hizo un estudio de la rentabilidad correspondiente a la estrategia de control propuesta. Mediante el tratamiento de Control Integrado aplicado la población larvaria de *Anastrepha* spp. se redujo en 74,15% y en las poblaciones sometidas a control, el porcentaje de frutos infestados disminuyó 63.04% en promedio, respecto a las que sirvieron como punto de comparación. Por otra parte, se estableció que la aplicación del método en cuestión es rentable.

INTRODUCCION

Hoy en día la fruticultura es un renglón económico importante en la agricultura colombiana por la gran variedad de suelos y climas que presenta el país para su amplio desarrollo; además, porque la población necesita consumir frutas como fuentes de vitaminas, minerales y fibras, que son elementos indispensables para su desarrollo orgánico normal y para la conservación de su salud; igualmente, porque la demanda de frutas o sus derivados para el mercado de exportación es mayor que la oferta en determinados casos.

De otro lado, es importante subrayar que el primer productor de guayaba en Colombia es el departamento de Santander con una superficie cultivada de más de 16.000 ha, que producen 80.000 t/año. Esta producción, a un precio de \$15.00 kg para comerciante, representa un valor de \$1.200 millones de pesos al año y contribuye al sustento de unas 15.000 personas en el sur de Santander y norte de Boyacá, Meyer - Arent (8), las cuales perciben parte importante de sus ingresos por la recolección, comercialización, transporte o procesamiento industrial de la guayaba. No obstante, un alto porcentaje de la producción de guayaba se halla afectada por las larvas de la mosca de las frutas, *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae), factor que hace a la fruta poco apetecible para consumirla al natural y para su comercialización a nivel internacional.

En el país se tenía un conocimiento escaso sobre los diferentes aspectos de esta plaga, así como la necesidad de implementar una estrategia de lucha tendiente a reducir al mínimo posible su acción nociva; razones éstas que

llevaron al autor a iniciar en 1970 una investigación que permitiera obtener los datos posibles sobre las moscas de las frutas *Anastrepha striata* Schiner y *Anastrepha fraterculus* Wiedeman, y posteriormente con base en ellos diseñar y probar en campo un programa de control integrado de esta plaga.

Este trabajo tuvo como objetivo general, contribuir a la solución de los graves problemas que ocasiona las moscas de las frutas *Anastrepha* spp. a la fruticultura del país, mediante el diseño, prueba y recomendación de una estrategia que permita el manejo adecuado, racional y efectivo de las poblaciones de dicha plaga. Como objetivo específico, contribuir a resolver el problema fitosanitario, lo cual permitiría obtener productos derivados de la guayaba (bocadillos, jaleas, mermeladas, etc.) sanitariamente aptos para su comercialización y por consiguiente un mejoramiento en el desarrollo agroindustrial y social de la región.

REVISION DE LITERATURA

En Colombia las investigaciones de *Anastrepha* spp. son escasas, y la literatura disponible no trata sobre su control; en cambio es abundante para *Ceratitis*, *Dacus*, *Rhagoletis*.

En diferentes países los investigadores han trabajado sobre el control de *Anastrepha* spp. en distintas formas. Algunos han recurrido al empleo de productos químicos, en aspersión o como cebos tóxicos Shaw y Sánchez (14), Sampaio y Orlando (12), Silva (16); otros han adelantado estudios sobre la destrucción de larvas y huevos de *Anastrepha* en frutos mediante el uso de productos químicos como, dibromuro de etileno o compuestos ci-

* Entomólogo M. Sc. Depto. de Biología, Sección de Entomología. Universidad de Santander. Apartado Aéreo No. 678 Bucaramanga, Colombia.

clopropílicos Simon et al. (17), Carroll (5). El control cultural también ha sido tratado Hayward (7), González (6), Olarte (10). Por otra parte, se han utilizado trampas invaginadas cebadas con hidrolizados proteínicos para la captura de los imagos Valencia y Sánchez (18), Arteché y Baldas (2). Se ha dado importancia al control biológico, utilizando para el caso diferentes especies de los parasitoides: *Opius* (*Bios-teres*), *Syntomosphirum* y *Trybliogra-pha*, así como los nematodos entomógenos *Steinernema feltiae* y *Hetero-habditis bacteriophora* Aldana (1), Olarte (10), Núñez (9), Beavers y Calkins (3). Finalmente, se han reportado buenos resultados en la supresión de *Anastrepha* spp. liberando imagos esterilizados químicamente Shaw y Sánchez (15).

En cuanto al control integrado de *Anastrepha*, aparentemente el único trabajo realizado en América Latina hasta la fecha se debe a Sánchez (13), quien combatió la mosca mexicana de las frutas *A. Laudens* Loew empleando insecticidas organofosforados, enterra-do de frutos y volteo o picado del sue-lo adicionando insecticida, liberación de *Syntomosphyrum indicum* y *Opius longicaudatus* y utilización de trampas. Resalta la aplicación de insecticidas a las plantas y al suelo, simultáneamente con esas prácticas se hizo control bio-lógico.

Del análisis de la literatura consultada sobre la mosca de las frutas *Anastrepha* spp., se concluye que de los distintos métodos de control, utilizados en los diferentes países se destacan: el em-pleo del control biológico en forma exclusiva, el uso de insecticidas en as-persión, cebos tóxicos asperjables y la fumigación de frutos, este último con fines cuarentenarios.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó entre Junio de 1984 y Junio de 1985, en plantaciones silvestres de guayaba de las fincas El Recuerdo, Las Lechuzas, Monterrey, San Luis, La Esperanza y La Despensa, ubicadas en el mu-

nicipio de Guavatá (Santander). Estas plantaciones estaban severamente ataca-das por las moscas de las frutas *A. striata* Schiner y *A. Fraterculus* (Fig. 1).

De acuerdo con Sabino (11) en los guayabales de la región se localizaron, mediante muestreo por conglomerado dos grupos de plantas, cada uno se re-plió tres veces. En el correspondiente a las fincas El Recuerdo, Las Lechuzas y Monterrey, la población de *Anastre-*

pha spp. se sometió a un tratamiento de control integrado constituido por: utilización simultánea de trampas Mc-phail cebadas con proteínas hidroliza-das de soya (150), las cuales se revisa-ron cada 10 días, insectos benéficos (40.054) distribuidos en 11 liberacio-nes, y supresión semanal de parte de los frutos caídos en el suelo de las plantaciones (50%). En el grupo per-teneciente a las fincas San Luis, La Esperanza y La Despensa, la pobla-ción no recibió tratamiento alguno (testigo) Fig. 2.

FIGURA 1. Moscas de las frutas que atacan la guayaba en Santander.

Arriba: *Anastrepha Striata* Sch.

Abajo: *Anastrepha fraterculus* Wied.

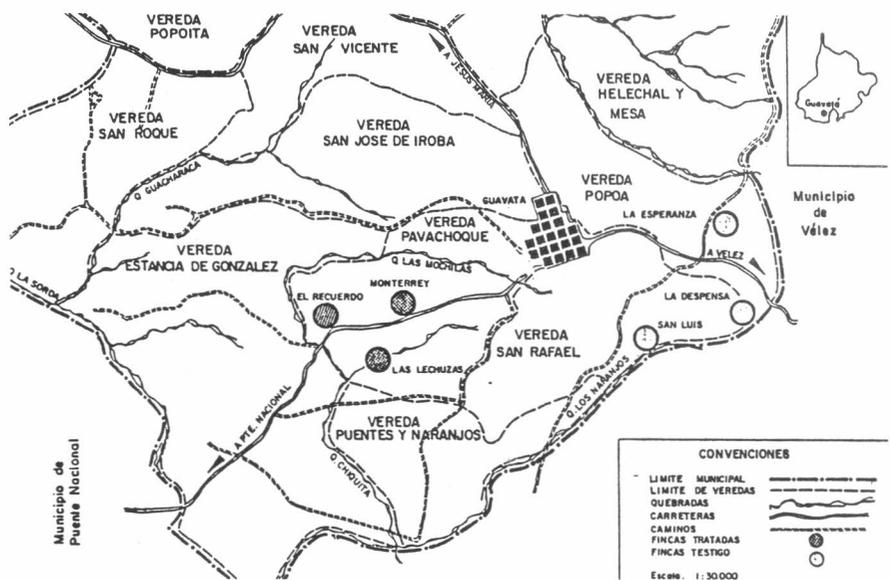


FIGURA 2. Localización del área experimental y de las fincas donde se llevó a cabo la investigación sobre Control Integrado de las moscas de las frutas *Anastrepha* spp.

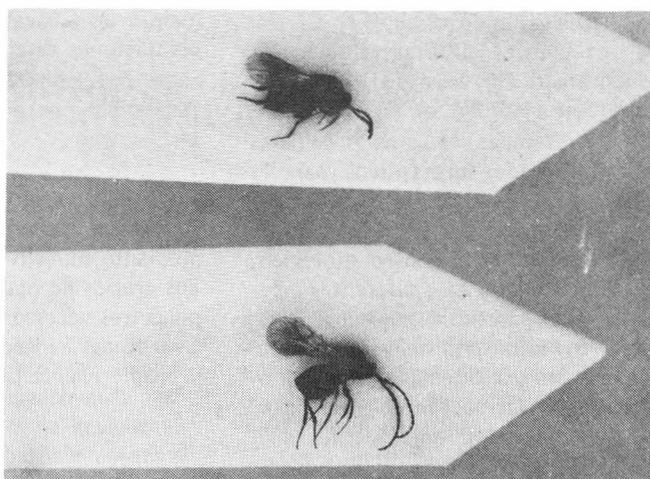
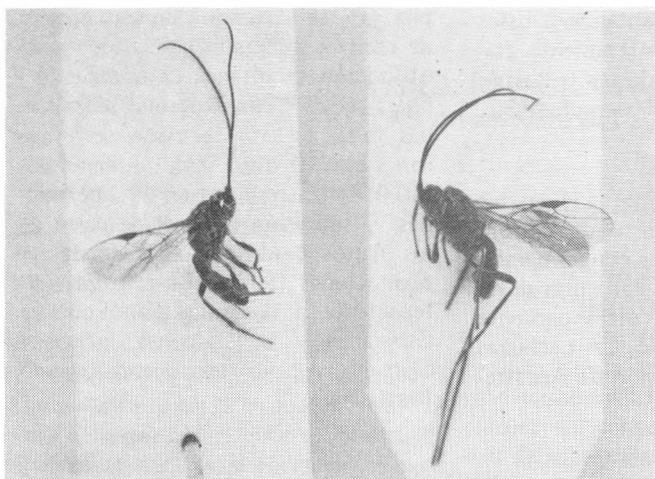


FIGURA 3. Algunos enemigos naturales de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) importados para combatir el complejo *Anastrepha striata* - *A. fraterculus* en el sur de Santander.

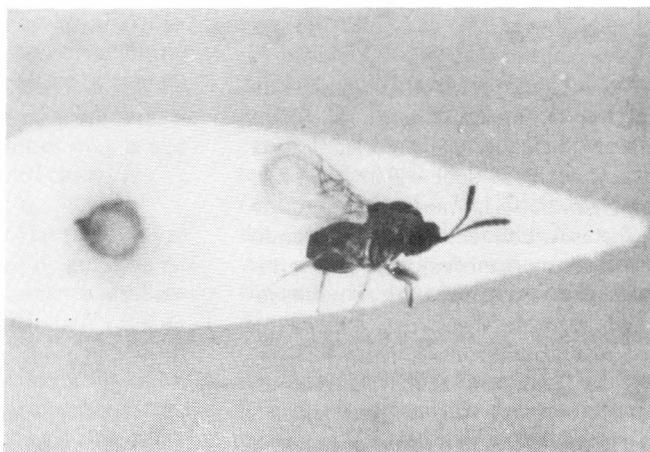
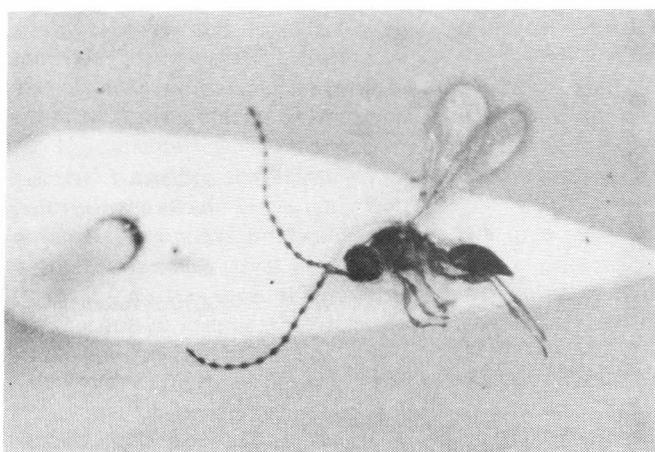


FIGURA 3. (Continuación). Algunos enemigos naturales de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae). Nativos, utilizados para combatir el complejo *Anastrepha striata* - *A. fraterculus* en el sur de Santander.



FIGURA 4. Cajón de madera acondicionado para la liberación de parasitoides de *Anastrepha* spp.

La efectividad del tratamiento se determinó por comparación estadística entre los resultados observados en la infestación de los frutos provenientes de esos dos grupos. Como factores climáticos importantes en relación con las poblaciones de la mosca estudiadas se consideraron y registraron la precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa.

Respecto al control biológico y antes de dar comienzo al programa de control integrado, se estableció el parasitismo natural total en la región y posteriormente se hicieron las liberaciones de parasitoides de larvas y pupas de *Anastrepha* spp., empleando para el caso especies nativas e importadas de los Estados Unidos, razones por las cuales se escogieron estos parásitos para ser liberados (Figura 3).

Las liberaciones se realizaron aproximadamente a las 10 de la mañana. Los parasitoides a liberar se pusieron en cajones de madera de 80 x 85 x 60 cm, los cuales tenían la cara delantera cubierta con malla metálica de 5 hilos por centímetro, colocados en lugares sombreados dentro del guayabal. Los cajones tenían tres compartimentos en los que se colocaron respectivamente: parasitoides, pupas jóvenes de *Anastrepha* spp. miel de abeja diluida al 10% y agua pura y fresca; parasitoides y frutos maduros y sobremaduros infestados con larvas de *Anastrepha* spp., y cajas de madera con arena húmeda como sustrato de empupamiento para las larvas parasitadas (Fig. 4).

Treinta días después de cada liberación en cada una de las plantaciones de las diferentes fincas se tomaron al azar dos muestras de guayaba madura de 6 kg cada una, provenientes del suelo y de los árboles con el fin de recuperar las especies liberadas y determinar su infestación con larvas de *Anastrepha* spp. En las muestras se incluyeron las pupas de *Anastrepha* spp. muertas pero con signos de estar parasitadas y se excluyeron las muertas por razones diferentes.

Los datos de clima e infestación se analizaron mediante correlación, regresión y prueba de t y a la vez se graficó la infestación en relación con la preci-

pitación. Finalmente, se hizo una evaluación económica del beneficio —costo respecto a la aplicación del método de control integrado probado.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el área experimental se encontraron como agentes biológicos nativos con acción sobre *Anastrepha* spp. los Hymenoptera *Trybliographa* spp y *Aceratoneuromyia indicum*; su incidencia fue baja (Tabla 1). Ante esta situación se procedió a realizar 11 liberaciones de los insectos benéficos enumerados en la Tabla 2; en total se liberaron 40.054 parasitoides, de los cuales los nativos se obtuvieron de guayabas colectadas en las regiones santandereanas

de Guepsa, San Benito, Mogotes, Guapotá y Chima.

De todos los recuperados los más numerosos fueron *Aceratoneuromyia indicum* y el Eucoilidae de género y especie no determinados aún, ambos nativos (Tabla 3), lo cual probablemente guarda relación con posibles características genéticas, fisiológicas, etc. de adaptabilidad a condiciones ecológicas parecidas existentes en las áreas de donde provinieron. Los demás parasitoides recuperados funcionaron en una forma aceptable, pues si bien las cantidades recuperadas no fueron altas, se consideran significativas debido al corto tiempo transcurrido entre las liberaciones y su recuperación. El caso

TABLA 1. Parasitismo natural sobre las poblaciones del complejo *Anastrepha striata* - *A. fraterculus* residentes en seis plantaciones de guayaba del municipio de Guavatá (Santander). 1983-1984.

Mes de muestreo	Insectos emergidos			Parasitismo total (%)
	<i>Anastrepha striata</i> + <i>A. fraterculus</i>	<i>Trybliographa</i> sp.	<i>Aceratoneuromyia indicum</i>	
Dicbre/83	69	1	3	5,47
Enero/84	107	2	5	6,14
Febrero/84	113	3	5	6,61
Mayo/84	178	2	4	3,26

TABLA 2. Enemigos naturales de la mosca de las frutas (Diptera: Tephritidae) liberados en las fincas El Recuerdo, Las Lechuzas y Monterrey (Guavatá, Santander). 1984-1985.

Especie	Orden y Familia	No. de parasitoides liberados*
IMPORTADOS		
<i>Biosteres longicautus</i>	Hym. Braconidae	13.413
<i>Trybliographa daci</i>	Hym. Cynipidae	6.601
<i>Opius concolor</i>	Hym. Braconidae	5.519
<i>Pachycrepoideus vindemiae</i>	Hym. Pteromalidae	1.859
<i>Dirhinus giffardii</i>	Hym. Chalcididae	5.914
<i>Biosteres tryoni</i>	Hym. Braconidae	1.035
NATIVOS		
Especie no identificada	Hym. Eucoilidae	2.326
<i>Trichopria</i> sp	Hym. Diapriidae	639
<i>Aceratoneuromyia indicum</i>	Hym. Eulophidae	2.748
TOTAL		40.054

* Se descontaron los insectos muertos durante el transporte.

TABLA 3. Recuperación de enemigos naturales liberados para el control del complejo *A. striata* - *A. fraterculus* en las fincas El Recuerdo, Las Lechuzas y Monterrey (Guavatá, Santander) 1984-1985.

Especie	No. de parasitoides recuperados	Frecuencia de recuperación
?? Hym. Eucolidae	2.789	Recuperado repetidamente
<i>Biosteres longicaudatus</i>	218	Recuperado repetidamente
<i>Trybliographa daci</i>	101	Recuperado repetidamente
<i>Trichopria</i> sp.	217	Recuperado con regular frecuencia
<i>Aceratoneuromyia indicum</i>	3.966	Recuperado repetidamente

TABLA 4. Correlación entre la infestación de la guayaba (*Psidium guajava* L.) con larvas del complejo *Anastrepha striata* - *A. fraterculus* en las fincas sometidas a control integrado de plagas y los principales factores climáticos regionales.

Variables	r	Prob > r	S.E.
X ₁ , Y ₂	0,145	0,652	N. S.
X ₂ , Y ₂	- 0,225	0,481	N. S.
X ₃ , Y ₂	0,165	0,606	N. S.

X : Precipitación pluvial (total mensual)
 X : Temperatura ambiental (media mensual)
 X : Humedad relativa diaria (media mensual)
 Y : Porcentajes promedio mensuales de guayabas infestadas con larvas de *Anastrepha* en las fincas tratadas.

TABLA 5. Comparación entre las infestaciones de la guayaba (*Psidium guajava* L.) con larvas del complejo *Anastrepha striata* - *A. fraterculus* en las fincas sometidas a control integrado (El Recuerdo, Las Lechuzas y Monterrey) y las fincas no sometidas al mismo (San Luis, La Esperanza y La Despensa).

Variables	Promedios	t	Prob > t	S.E.
A	39,91	Varianzas diferentes - 4, 1861	0,0006	**
B	55,09	Varianzas iguales - 4, 1861	0,0004	**

Los datos se transformaron a arco seno $\overline{\bar{x}}$
 A: Porcentajes promedio mensuales de guayabas infestadas en las fincas tratadas.
 B: Porcentajes promedio mensuales de guayabas infestadas en las fincas testigo
 Los frutos se colectaron al azar y en cada caso se examinaron mensualmente 18 Kg de guayaba (6 Kg en cada finca).

de *Biosteres longicaudatus* es particularmente interesante, pues su acción positiva en el control de *Anastrepha* spp. coincide con lo reportado por Bennett et al. (4). Además, hasta mayo de 1985 las especies *Opius concolor*, *Dirhinus giffardii* y *Biosteres tryoni* no habían sido recuperadas.

Basado en los resultados obtenidos, así como en la experiencia y observaciones personales, de los parasitoides liberados y recuperados los más promisorios fueron *Biosteres longicaudatus*, *Trichopria* spp. y el Eucolidae. El último concepto sobre el proceso en discusión sólo podrá decirse después

de unos dos o tres años, tiempo que se estima debe transcurrir para poder realizar los muestreos de recuperación definidos que permitan juzgar la adaptación o no y la posible colonización de los insectos benéficos liberados.

En el área de trabajo las poblaciones larvianas de *Anastrepha* spp. no se afectan en forma apreciable por los principales factores climáticos regionales (precipitación, temperatura y humedad relativa) (Tabla 4), corroborándose así lo establecido por el autor en un estudio realizado durante 1980. La razón de ello probablemente radica en la protección que brinda a las larvas el fruto en que se hallan incluidas.

El análisis estadístico de los datos correspondientes a la infestación de los frutos, demostró que debido al control integrado aplicado, la población larviana residente en las plantaciones de las fincas tratadas disminuyó en forma significativa en relación con la residente en las plantaciones de las fincas testigo (Tabla 5).

Al finalizar el ensayo, el promedio de larvas por 6 kg de guayaba fue de 53 para el tratamiento con liberación de parasitoides y de 205 para el testigo, lo cual equivale a una reducción de 74,15%. En las plantaciones sometidas a control, el porcentaje de frutos infestados fue de 26,86% en promedio respecto a 72,66% en las plantaciones testigo que se traduce en una disminución del 63,04% en el porcentaje promedio de frutos infestados. Esto último se puede apreciar claramente en la Fig. 5, donde se presenta la evolución de la infestación de la guayaba con larvas de *Anastrepha* spp. a medida que fueron progresando las prácticas de control integrado.

En el análisis del costo -beneficio se debe tener en cuenta que si en el Sur de Santander se aplica el control integrado, el beneficio obtenido sería como se presenta en la Tabla 6, utilizando datos de 1984-1985.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos

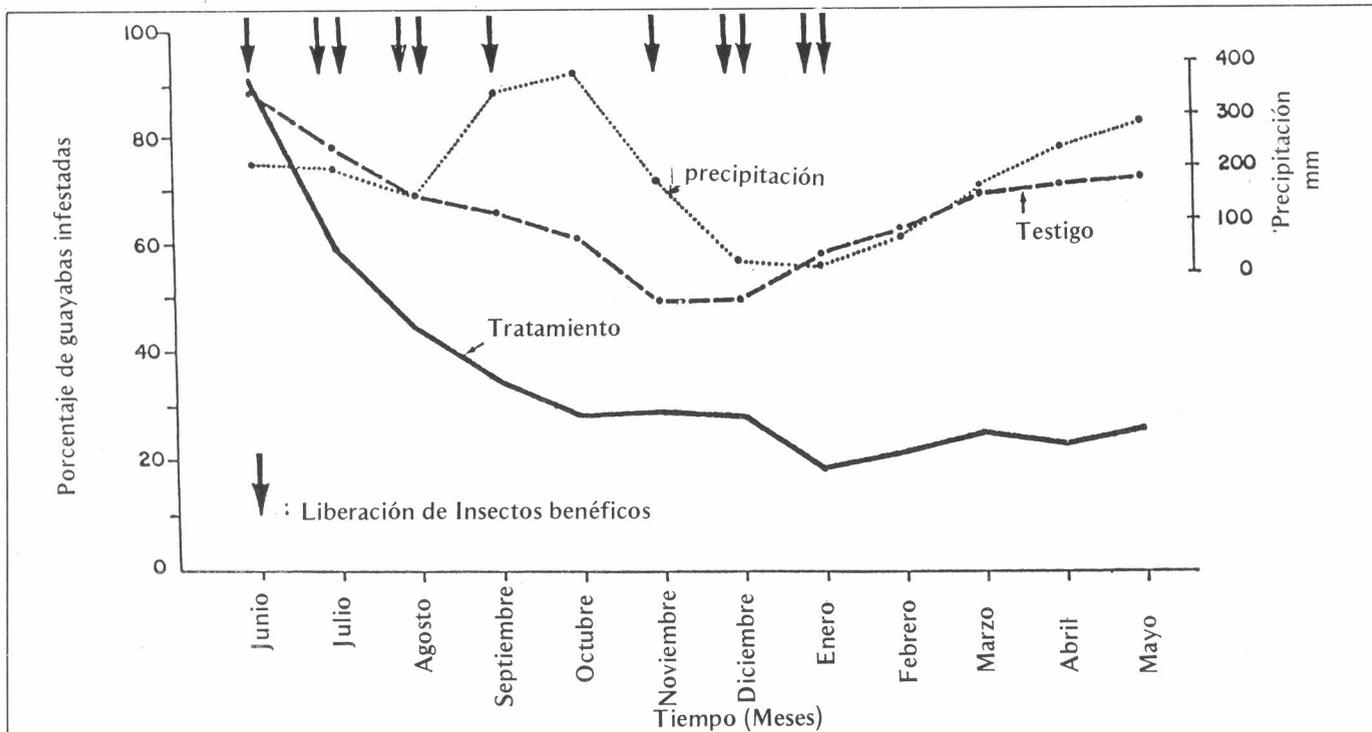


FIGURA 5. Infestación de guayaba (*Psidium guajava* L.) con larvas del complejo *A. striata* - *A. fraterculus* en plantaciones donde se utilizó control integrado. Cada punto representa el promedio de tres replicaciones de la infestación correspondiente a 6 kg. de guayaba.

TABLA 6. Evaluación del Costo - Beneficio con respecto al tratamiento de Control Integrado Probado.

Origen del Costo	Valor (\$)
– 1 agricultor para operar trampas, liberar controles biológicos, recolectar la fruta y recoger los excedentes de ésta durante los 60 días de cosecha	\$ 30.000,00
– 200 trampas McPhail	20.000,00
– 35 litros de proteína hidrolizada.	5.250,00
– 160.000 parasitoides de <i>Anastrepha</i> spp.	<u>32.000,00</u>
– 4 cajones de madera acondicionados, algodón y miel de abejas para utilizar durante las liberaciones	<u>5.700,00</u>
COSTO TOTAL DEL TRATAMIENTO CONTROL	\$ 92.950,00
Valor de la producción saneada de los guayabos considerados (358 cargas) al precio máximo de \$3.200 la carga pagada en la región durante el mes de abril/85	\$ 1.145.600,00
Menos el costo del tratamiento control	<u>92.950,00</u>
PRECIO NETO DE LA COSECHA SANEADA	\$ 1.052.650,00
Menos valor de la cosecha infestada con larvas de la Mosca de las Frutas <i>Anastrepha</i> spp.	<u>551.320,00</u>
BENEFICIO OBTENIDO	\$ 501.330,00

se concluye que la estrategia de control integrado propuesta y probada con éxito, permitirá proteger en condiciones económicas favorables la producción de los frutales contra el ataque de las moscas de las frutas del género *Anastrepha*, al reducir y mantener sus poblaciones a un nivel aceptable. En el caso específico de Santander se podrá obtener guayaba libre, en alto grado de larvas del complejo *Anastrepha striata* - *A. fraterculus*, condición indispensable para la producción agroindustrial de derivados destinados al comercio exterior.

Por último, se recomienda difundir la información relacionada con esta investigación a los técnicos del agro y a los fruticultores del país; producir y distribuir los insumos necesarios para este tipo de control; organizar a los agricultores en asociaciones tipo cooperativas que faciliten la adquisición de los mismos y emprender las campañas regionales contra la mosca de las frutas *Anastrepha* spp. que sean necesarias.

SUMMARY

Integrated control of Fruit Flies,
Anastrepha spp. (Diptera: Tephritidae)

Fruits production is important in Colombia as nutritional source to the population as well as their perspectives for exportation. Despite this, it is seriously affected continually by the attack of fruit flies *Anastrepha* spp. For that reason the autor carried out this investigation whose objective was to obtain an affective, economic and ecologically sure procedure in order to control *Anastrepha* spp. To attain this purpose it was designed and proved an integrated control strategy with detrimental effect upon adult and larvae populations of the fly, repeating three times the experiment. The technique excluded the application of insecticides and included a simultaneous and constant utilization of McPhail trap (150), beneficial insects (40.054) and elimination in part of infested fruits that usually remain on the soil of plantations. Also it was made a study about rentability of the control strategy proposed. As consequence of the integrated control applied the larval population of *Anastrepha* spp. It was reduced in 74,15% and the percentage of infested fruits decreased in 63,04% (average) in controlled plantations with regard to reference plantations. On the other hand it was established that this method is highly economic.

AGRADECIMIENTOS A:

- COLCIENCIAS por la financiación total de estudios.
- Jorge Villamizar, auxiliar de campo.
- Dr. R. M. Baranowski, Universidad de Florida.
- Dres. P. M. Marsh, A.S. Menke y M.E. Schauff, del SEL y al doctor Lloyd Knutson del IIBIII.
- Dr. F. D. Bennett del CIP.
- Dr. Homero Mora M. y funcionarios de Sanidad Vegetal del ICA.

Autoridades, líderes y vecinos del municipio de Guavatá, Santander.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aldana, A.H. 1967. Ciclo biológico, hospéderos y comportamiento de la mosca de las frutas *Anastrepha* spp. en el Valle de Tenza - Boyacá. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja.
2. Arteche, Z.F.; Baldas, J.H. 1973. Combate de la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* (loew) en el noreste de México. Fitófilo (México) 23: 31-34.
3. Beavers, J.B.; Calkins, C.O. 1984. Susceptibility of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) to steinerematid and heterorhabditid nematodes in laboratory studies. Environm. Ent. (U.S.A.) 13: 137-139.
4. Bennett, F.D.; Yaseen, M.; Beg, M.N.; Sommeijer, M.J. 1977. *Anastrepha* spp. investigations on their natural enemies and establishment of *Biosteres longicaudatus* in Trinidad, West Indies. Common. Inst. Biol. Cont. Tech. Bull. No. 18, p. 1-12.
5. Carroll, J.F. 1984. Fumigation of caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae) larvae with cyclopropyl compounds inhibits adult emergence. J. Econ. Ent. (U.S.A.) 77: 980-983.
6. González, M.R. 1954. Las moscas de las frutas (*Anastrepha* spp.). Agric. Trop. (Colombia) 10: 23-25.
7. Hayward, K.J. 1941. Lucha biológica contra las moscas de las frutas. Rev. Fac. Nal. de Agron. (Colombia) 4: 1513-1518.
8. Meyer - Arendt, K. 1979. The guava in the upper Suárez basin of southern Santander and adjacent Boyacá, Colombia; a geographical perspective. A thesis for master of arts. Portland State University. U.S.A.
9. Núñez, B.L. Biología de *Trybliographa daci* Weld (Hymenoptera: Cynipidae) y relación con el huésped *Anastrepha suspensa* Loew (Diptera: Tephritidae). En: Congreso de Socolen, 3o., Pasto, 1984. Resúmenes de trabajos, p. 32.
10. Olarte, E.W. 1972. Control fitosanitario en plantaciones de guayaba. Bucaramanga, Colciencias. p. 25-99.
11. Sabino, C.A. 1985. El proceso de investigación. Bogotá, El Cid Editor. p. 137-138.
12. Sampaio, A.S.; Orlando, A. 1971. Selecao do novos praguicidas no combate a mosca sul americana, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em goiaba. O Biologico (Brasil) 37: 62-65.
13. Sánchez, R.A. 1969. Combate integral de la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* Loew. Fitófilo. (México) 22: 31-36.
14. Shaw, J.G.; Sánchez, R.M. 1961. Exploratory studies with soil toxicants to control the mexican fruit fly. Ibid. 54: 666-668.
15. Shaw, J.G.; Sánchez, R.M. 1965. Effectiveness of tepa sterilized mexican fruit flies released in mango grove. J. Econ. Ent. 58: 26-28.
16. Silva, J. 1980. Efectividad de dos métodos de control químico de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* Loew en el itsmo de Tehuantepec, Oax. Fol. Entomol. Mex. 43: 63-64.
17. Simón, J.E.; Salazar, J.; Chavez, W.B. 1976. *Anastrepha fraterculus*: fumigation of mangoes with ethylene dibromide. J. Econ. Ent. (U.S.A.) 69: 165-166.
18. Valencia, H.G.; Sánchez, Y.R. 1971. Fluctuación de poblaciones de mosca mexicana de la fruta en mango y ciruelo en la parte central del estado de Veracruz. Inf. Técn. Depto. de Entomol. 1: 61-63.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO
DEL PIOJO HARINOSO *Phenacoccus herreni*
COX & WILLIAMS (HOMOPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)
EN EL CULTIVO DE LA YUCA, *Manihot esculenta* C.

Carlos Julio Herrera; Anthony C. Bellotti;
Roy Van Driesche; Myriam C. Duque*

RESUMEN

El piojo harinoso es una de las plagas más importantes de la yuca en Suramérica. Experimentalmente, ha ocasionado pérdidas de 88% en los rendimientos y de 74% en el material de siembra. Se estudió el tiempo de desarrollo del piojo, en condiciones de laboratorio, cuatro temperaturas constantes (20; 22; 25 y 30°C) y una humedad relativa de 70%. Los resultados mostraron que el tiempo de desarrollo para la hembra de *Phenacoccus herreni* fue de 90,2; 68,3; 37,6 y 39,4 días en promedio; para el macho de 51,9; 33,1; 22 y 19,6 días promedio a 20; 22; 25 y 30°C días en promedio respectivamente. El porcentaje de eclosión del huevo de este insecto fue 68,8; 73,9; 85,4 y 94,9% a las mismas temperaturas. La mortalidad de la hembra en cada temperatura fue relativamente baja, a 20°C, 11,2%; 22°C, 12%; 25°C, 18,3% y a 30°C, 12,5%. La curva de desarrollo de *P. herreni*, determinó que el umbral mínimo fue de 17,5°C y un tiempo fisiológico o constante térmica de 331°D (grados-día) para las hembras y 193°D para los machos.

INTRODUCCION

La yuca se cultiva para subsistencia de

los agricultores en las regiones tropicales del mundo. Históricamente, ha sido considerada como un cultivo "rústico", por lo general libre de artrópodos plagas. Aunque los rendimientos experimentales han superado 70 t/ha y las producciones comerciales en Colombia han alcanzado 40 t/ha, el promedio mundial es apenas 10-15 t/ha. Estas cifras indican que hay varios factores limitantes de la producción, siendo las plagas uno de los más importantes CIAT (1).

Los piojos harinosos forman parte de un amplio complejo de insectos y ácaros que atacan la yuca, constituyen uno de los mayores problemas de producción en las Américas y Africa. La especie más importante en Colombia y Brasil es *Phenacoccus herreni* y *P. manihoti* en Africa. Ocasionalmente, se han encontrado altas poblaciones de *P. gossypii* muy localizadas en yuca, a pesar de que éste no es su hospedero principal (1). Estos piojos son una plaga nueva en yuca y sólo en los últimos años se han registrado serios problemas.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Estudiar el efecto de cuatro temperaturas constantes, 20; 22; 25 y 30°C en el desarrollo de *P. herreni*.
- Determinar el efecto de la temperatura en la mortalidad de *P. herreni*.
- Construir una curva de desarrollo y determinar el umbral mínimo de desarrollo (°C) y el tiempo fisiológico o constante térmica del insecto plaga (°D).

REVISION DE LITERATURA

Dentro del complejo de insectos que atacan la yuca se han registrado varias especies de piojos harinosos polífagos, pertenecientes al género *Phenacoccus*; es así como en algunos países se ha informado sobre los siguientes: *P. gossypii* (Colombia); *P. granadensis* (Brasil y Guayana); *Phenacoccus* sp cerca a *surinensis* (Tobago); *P. manihoti* (Brasil y Paraguay). También se ha encontrado la especie *Ferrisia virgata* en poblaciones muy bajas en Tobago Yaseen (5), México* y Colombia Varela y Bellotti (3).

Los piojos harinosos fueron considerados de poca importancia económica para el cultivo hasta mediados de la década del 70, cuando *P. manihoti* se convirtió en una de las plagas más importantes en Africa Varela y Bellotti (3). A finales de 1978 en la época seca, los mismos autores hallaron en Colombia una especie de piojo harinoso en yuca causando daño similar al producido por *P. manihoti* en Africa, y que posteriormente fue indentificado como *P. herreni*. Los síntomas de daño de este insecto son muy similares a los de *P. manihoti*, el ataque inicial y el daño más severo es en el cogollo de la planta de yuca. Sin embargo, la biología y forma de reproducción de ambas especies es distinta; *P. herreni* es bisexual, mientras que *P. manihoti* se reproduce por partenogénesis Varela y Bellotti (3).

* Asistente de Investigación; Entomólogo. Programa de Yuca del CIAT. A.A. 6713 Palmira; Entomólogo. Universidad de Massachusetts; Consultora Estadística. Biometría del CIAT A.A. 6713 Palmira, Colombia.

* Bellotti, A. (Comunicación personal, 1984).

Respecto a la biología de *P. herreni*, en un experimento llevado a cabo bajo condiciones de invernadero, temperatura media de 28°C (20-38°C) y humedad relativa de 60% (90-35%) Varela y Bellotti (3) encontraron una duración promedio total para la hembra de 49,5 días y 29,5 para el macho. Lema y Herren (2) realizaron un estudio sobre el efecto de la temperatura en el desarrollo del *P. manihoti*, y determinaron clara incidencia de este factor climático en el desarrollo del insecto. El experimento, efectuado a cuatro temperaturas constantes: 20; 23,5; 27 y 30,5°C, registró un tiempo de desarrollo de 45,9; 36,2; 27,3 y 28,7 días en promedio respectivamente.

Generalmente, un organismo requiere mayor tiempo para su crecimiento y desarrollo a temperaturas bajas; así, al incrementarse este factor abiótico dicho tiempo decrece progresivamente hasta llegar a ser demasiado alto afectándolo en forma negativa. La tasa o velocidad de desarrollo es simplemente el porcentaje de desarrollo por día a una temperatura determinada Zalom et al. (6).

Está determinado que la relación entre la temperatura y tiempo de desarrollo da como resultado una curva en forma de "j" invertida; la misma relación, pero de una manera diferente, temperatura versus tasa de desarrollo origina una curva sigmoidea. Se ha considerado que para cada especie, se presenta un límite inferior (umbral mínimo), por debajo del cual el desarrollo se detiene.

Este umbral se obtiene con la proyección del segmento de la curva (tasa de desarrollo versus temperatura) hasta interceptar el eje de la temperatura (X). Este método de aproximación lineal normalmente exagera el umbral mínimo de desarrollo, pero es de poca importancia en la práctica debido a que se presenta muy poco desarrollo en los puntos cercanos al umbral mínimo Wagner et al. (4).

Zalom et al. (6), afirman que al incre-

mentarse la temperatura el tiempo invertido en el desarrollo decrece, pero la acumulación de calor requerida para completar éste permanece constante o aproximadamente igual. Esta unidad de medida de calor acumulada se conoce como "tiempo fisiológico o constante térmica", y proporciona una preferencia común que permite comparar el desarrollo de los organismos.

La cantidad de calor necesaria para completar el desarrollo de un organismo no varía, no importa si la temperatura es constante o si fluctúa, es decir, se comporta como una constante de un determinado organismo. El tiempo fisiológico se mide en "grados-día" (°D). Un "grado-día" es igual a un grado por encima del umbral mínimo de desarrollo para un organismo en 24 horas.

La temperatura también ejerce efecto nocivo en la supervivencia de organismos. En un estudio de *P. manihoti* Lema y Herrera (2), hallaron que al incrementarse la temperatura de 20; 23,5; 27 y 30,5°C la mortalidad del insecto disminuye, presentando en promedio DL (50) a los 37,5; 21,5; 19 y 19 días, respectivamente.

METODOLOGIA

En el presente trabajo se hizo una modificación en los machos, se consideraron los siguientes estados: primero, segundo "Cocon" (tercero y cuarto instar) y adulto. Se estudió en conjunto el tercer y cuarto instar, debido a que estos dos estados se encuentran dentro de un capullo ninfal algodonoso y bastante compacto, que al tratar de romperlos puede alterar el desarrollo del macho.

— Efecto de la Temperatura sobre el Desarrollo y Mortalidad del *P. herreni*.

En el experimento se usaron cajas petri de 10 cm de diámetro x 15 mm de alto, con papel de filtro húmedo; en cada una de ellas se colocó un lóbulo de hoja de yuca tomada del nivel medio de la planta totalmente libre de

insectos y enfermedades, y sobre ésta un solo espécimen de *P. herreni*. Para el caso de huevos, éstos se colocaron en masa y se tomó el tiempo de emergencia de ninfas, posteriormente se depositó una ninfa por caja de petri y se incubó el material a 20; 22; 25 y 30°C con humedad relativa de 70% ($\pm 5\%$); los registros de duración y tiempo de mortalidad de cada instar se tomaron diariamente.

— Umbral Mínimo, Velocidad de Desarrollo y Tiempo Fisiológico de *P. herreni*

Teniendo en cuenta que el desarrollo de un organismo Poikilotérmico es dependiente del medio ambiente, principalmente de la temperatura, se procedió a efectuar la estimación de la velocidad de desarrollo para la especie y estado biológico a la temperatura antes mencionada; para tal efecto se multiplicó por 100 el inverso del tiempo (días) de desarrollo (Y), es decir, $(1/Y \times 100)$. Al expresar gráficamente la velocidad de desarrollo en el eje "y" y la temperatura en el eje "x", se obtiene una curva de la forma sigmoidea, en cuya porción central es posible hacer una aproximación mediante una línea recta, la cual corta el eje "x" en el punto que corresponde al umbral mínimo de temperatura (Figura 1).

Con la ecuación que ajusta la recta $Y = a + bX$, se calcula el valor para el cual la velocidad de desarrollo "sería cero", es decir:

Velocidad de desarrollo = $a + bX$ X = Temperatura

$0 = a + b$ (umbral mínimo)

$a =$ Umbral mínimo = A

b

donde: a = intercepto y b = pendiente de la recta

Conociendo el valor de "a" puede despejarse el valor de la constante térmica o tiempo fisiológico (K), de la siguiente forma:

$$K = y (T - A)$$

donde: "y" es igual al tiempo de dura-

ción en la temperatura (T), (una de las temperaturas utilizadas en el experimento) y (A) corresponde al umbral mínimo de desarrollo, medida en grados centígrados (°C).

Para este caso, se utilizó el valor de "y" corregido por la ecuación recta a la temperatura (T).

RESULTADOS Y DISCUSION

– Efecto de la Temperatura sobre el Desarrollo de P. herreni

Se determinó que las temperaturas tienen efecto sobre el desarrollo. Las cuatro temperaturas estudiadas presen-

taron diferencia significativa para cada estado de desarrollo evaluado.

En la Tabla 1 se observa el efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo de las hembras y machos de *P. herreni*. En todas las temperaturas las hembras tomaron para su desarrollo total, aproximadamente el doble de días del que requirió el macho. También se puede apreciar que el desarrollo se incrementa a medida que decrece la temperatura como lo afirman Zalom et al. (6), además se confirman los resultados de estudios realizados con el piojo harinoso *P. manihoti* Lema y Herren (2).

TABLA 1. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo de *Phenacoccus herreni*.

Temperatura °C	Promedio de días	
	Hembras	Machos
20	90,2	51,8
22	68,3	33,1
25	37,6	21,9
30	39,4	19,6

Con los datos obtenidos en todas las temperaturas y para cada estado de desarrollo del piojo evaluado, se puede apreciar una sincronización entre los sexos (Figura 2); así se observa que cuando el macho cambia al estado adulto ya la hembra ha pasado a este estado. También se tiene conocimiento que el adulto macho vive pocos días, suficientes para su dispersión y cópula Varela y Bellotti (3). Esta sincronización se presenta igual para cada temperatura evaluada.

– Efecto de la Temperatura sobre la Mortalidad de P. herreni

También en la mortalidad incide el efecto de la temperatura. Se determinó que existe un comportamiento definido para los huevos; a medida que se incrementó la temperatura la mortalidad fue menor. (Tabla 2).

Este resultado es de gran importancia en el comportamiento del insecto; como se sabe esta plaga aumenta su población en época de sequía y a temperaturas altas que fluctúan entre 25 y 30°C en promedio; cuando los huevos están en condiciones de eclosionar en mayor porcentaje.

Con respecto a los estados inmaduros y a los adultos las hembras y machos, la mortalidad no mostró una clara tendencia o no tan definida como la hallada en los huevos. El primer instar, tercer instar en las hembras y el "cocon" muestran que a medida que se incrementa la temperatura, se incrementa la mortalidad considerablemen-

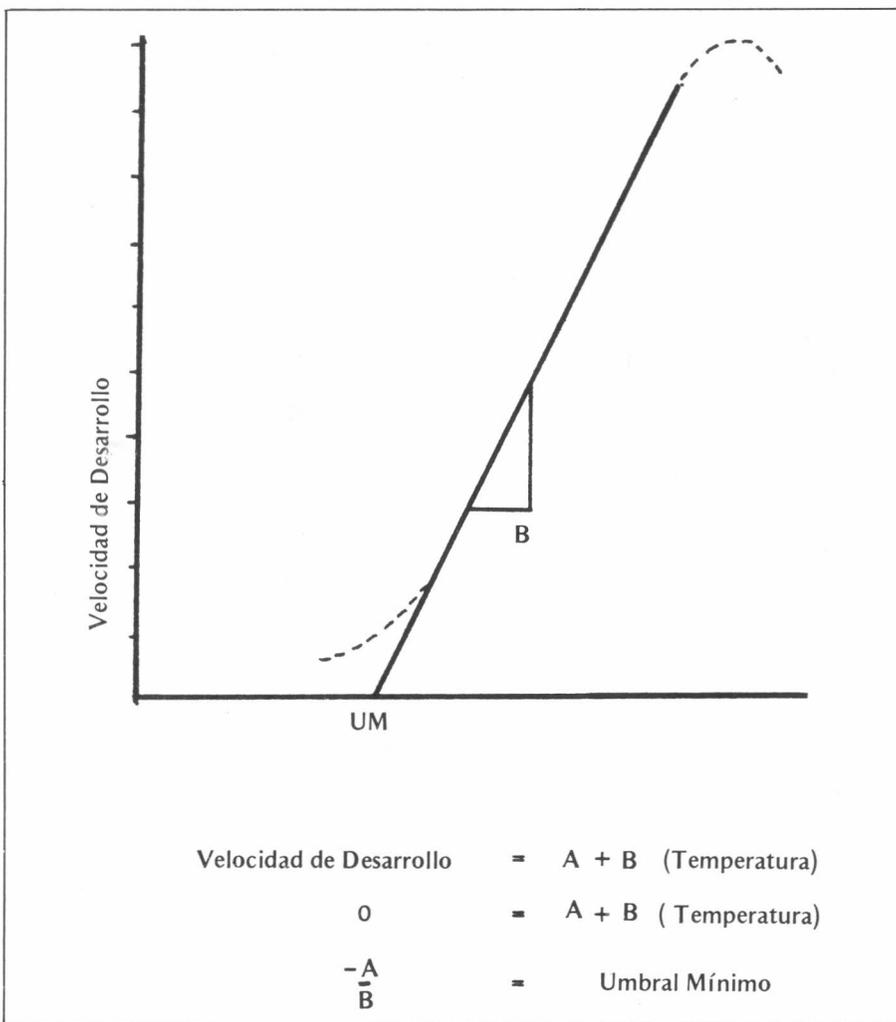


FIGURA 1. Curva de desarrollo y forma de cálculo del umbral mínimo de desarrollo (°C).

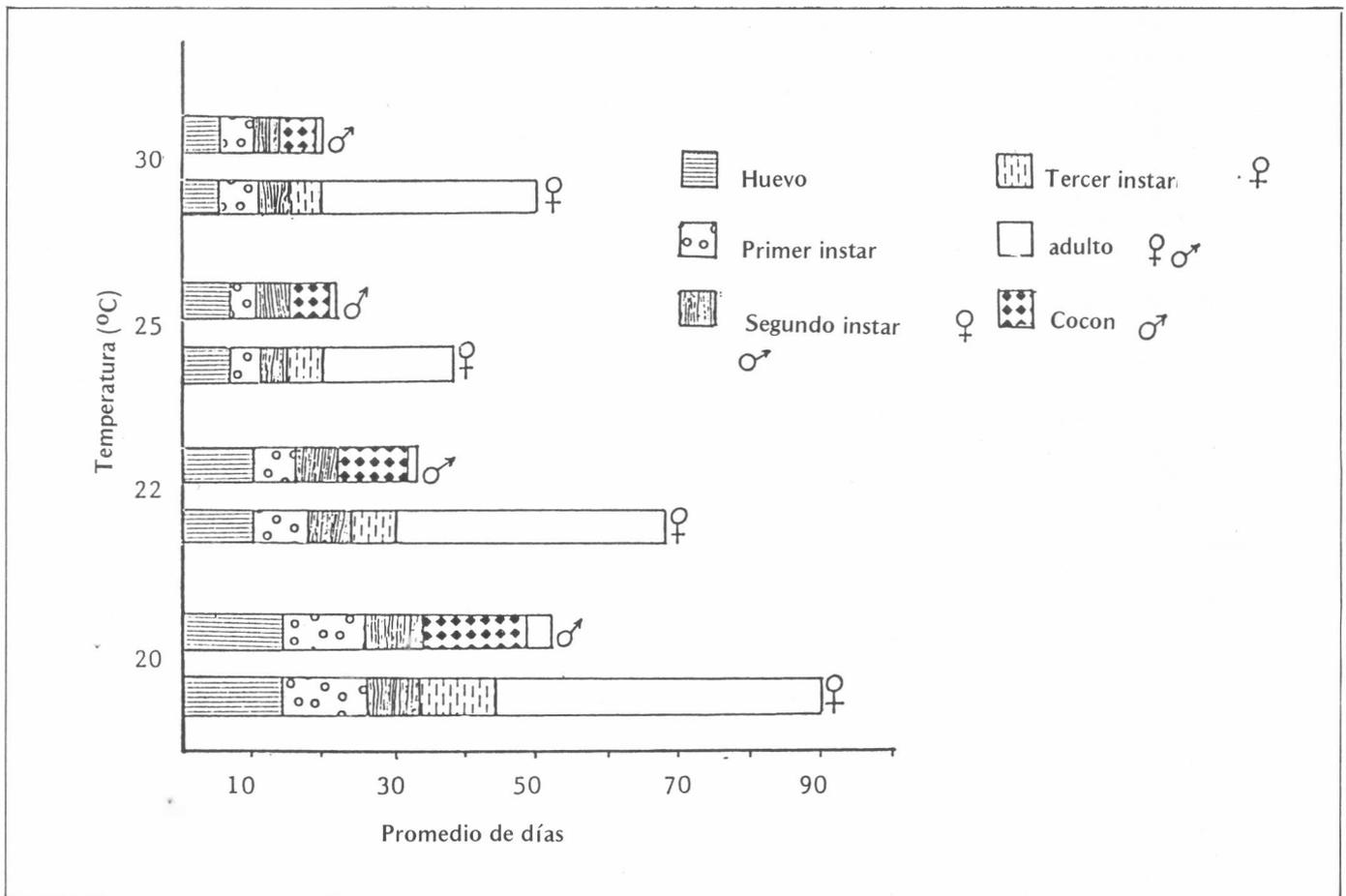


FIGURA 2. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Phenacoccus herreni*.

TABLA 2. Efecto de la temperatura sobre la mortalidad de *Phenacoccus herreni*.

Estado	%o Mortalidad			
	20°C	22°C	25°C	20°C
Huevo	31,2	26,1	14,6	5,1
Primer Instar	21,4	53,7	42,6	61,8
Segundo Instar	33,4	0,9	26,3	23,3
Tercer Instar-Cocon	11,0	2,7	21,2	36,0
Adulto	11,2	11,9	18,3	12,5

te. El segundo instar (macho y hembra) se comporta en forma contraria a los estados anteriores, la mortalidad decrece a medida que se incrementa la temperatura. El estado adulto tiene un comportamiento similar a los primeros estados inmaduros nombrados. Sin

embargo, se puede decir que hay una ligera tendencia a incrementar la mortalidad a medida que se incrementa este factor abiótico. Estos datos son muy semejantes a los obtenidos por Lema y Herren (2) en estudios realizados sobre *P. manihoti*.

– Curva de Desarrollo, Umbral Mínimo y Tiempo Fisiológico de *P. herreni*.

Teniendo determinado el tiempo de desarrollo (días promedio) y calculada la velocidad de desarrollo (inverso del tiempo de desarrollo), se puede construir una curva de desarrollo para cada estado inmaduro y del adulto (longevidad) Figuras 3 y 4. Los valores utilizados para las Figuras, se corrigieron por la ecuación de la recta explicada en la metodología.

En la Tabla 3 se presenta el umbral mínimo (A) definido como el límite técnico por debajo del cual el organismo suspende su desarrollo. Los resultados indican límites inferiores para el hue-

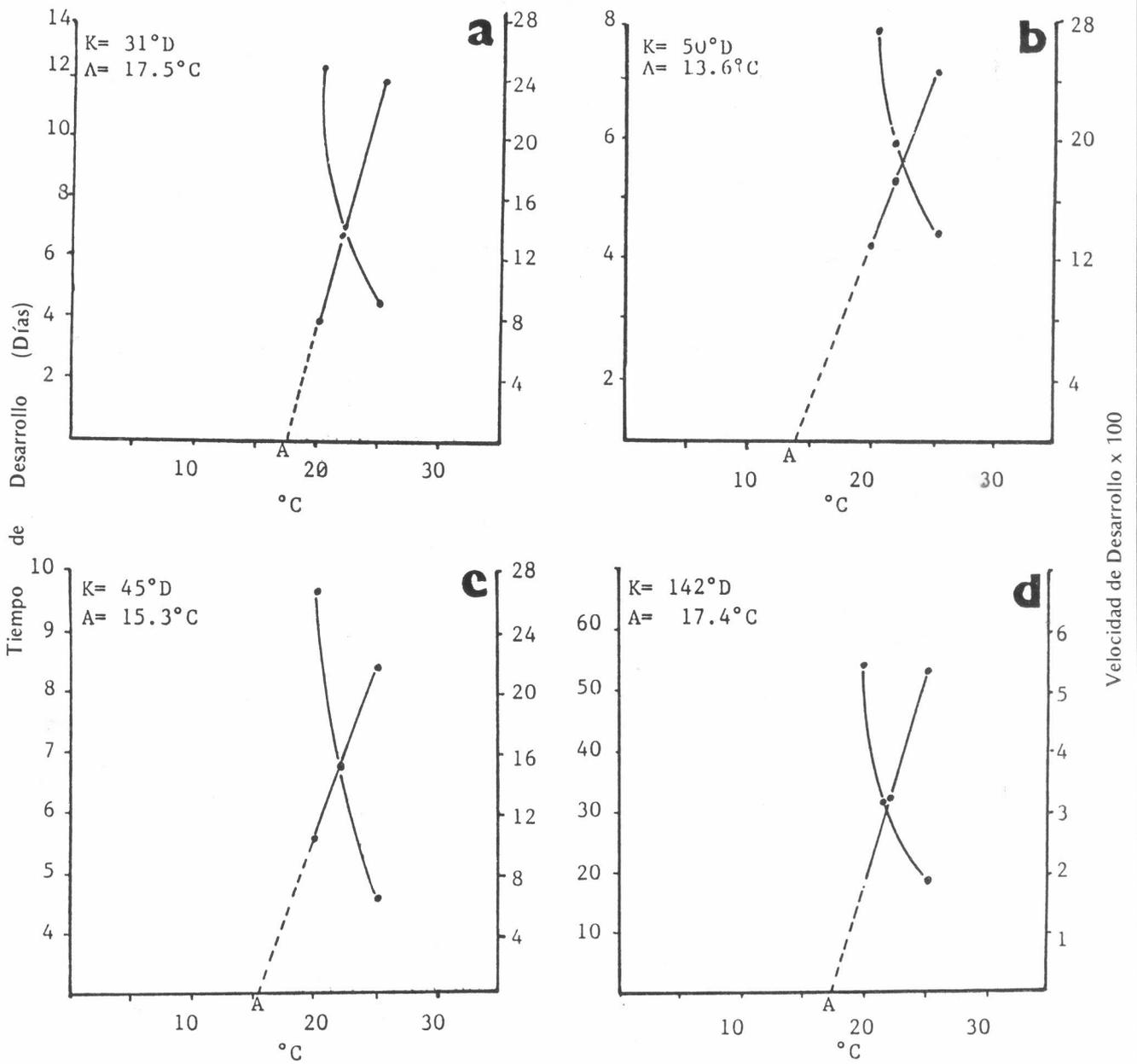


FIGURA 3. Curva de Desarrollo de *Phenacoccus herreni* Cox & Williams - Hembra a. primer instar; b. segundo instar; c. tercer instar y d. adulto.

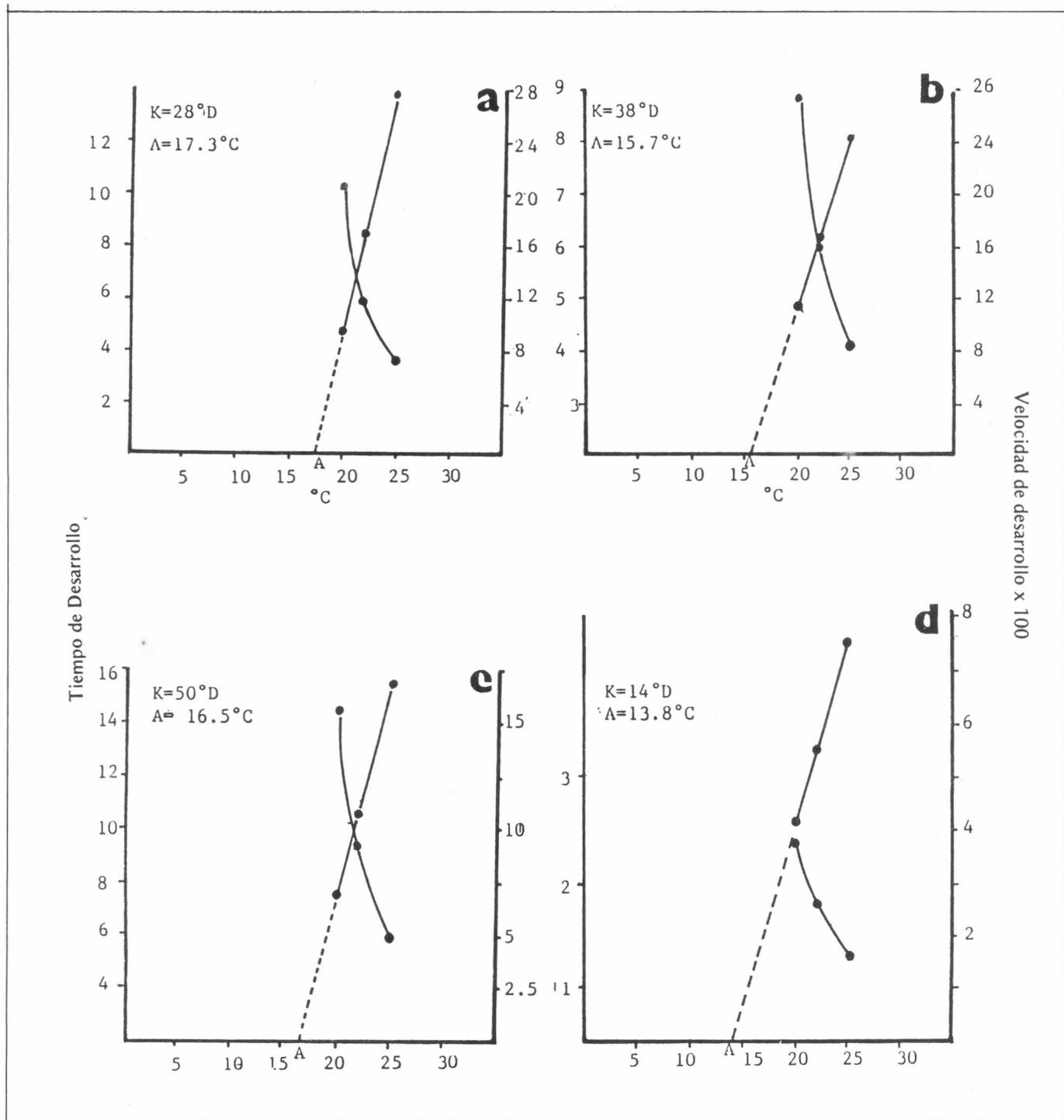


FIGURA 4. Curva de desarrollo de *Phenacoccus herreni* Cox & Williams - Macho. a. primer instar; b. segundo instar; c. tercer instar y d. adulto.

vo, primer y segundo instar hembra y macho, tercer instar hembra, cocon (tercero + cuarto instar), y adultos hembra y macho.

Los resultados anteriores indican que los estados de desarrollo, que pueden estar expuestos a condiciones más bajas de temperatura, son el segundo

instar hembra con $13,6^{\circ}C$ y el adulto macho, con $13,8^{\circ}C$. Por el contrario, el primer instar ($17,5^{\circ}C$) requiere mayor temperatura para empezar a

En cuanto el tiempo fisiológico para los diferentes estados de desarrollo de *P. herreni*, los resultados muestran que los machos requieren menos grados-día para su desarrollo que la hembra. Respecto a la hembra, el estado que necesita menor calor acumulado es el primer instar con 31°C y por el contrario el adulto, con 142°D es el estado de mayor cantidad de calor acumulado necesario (Tabla 3).

Con los anteriores datos de umbral mínimo y tiempo fisiológico, se puede decir que este insecto plaga tiene un límite inferior de 17,5°C y requiere 331°D para completar su desarrollo (Tabla 4).

CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que el tiempo de

desarrollo de la hembra es el doble con relación al macho.

- La mortalidad del huevo se incrementa a medida que disminuye la temperatura. Lo contrario ocurre para los estados ninfales.
- El umbral mínimo de desarrollo de *P. herreni* fue de 17,5°C para ambos sexos, y el tiempo fisiológico para la hembra fue de 331°D y 193°D para el macho.

SUMMARY

Temperature effect on development of *Phenacoccus herreni* Cox 2 & William (Homoptera - Pseudococcidae) in *Manihot esculenta* C.

The cassava mealybug *P. herreni*, is

one of the most important pest of cassava in South America. It can produce losses of 88% in yield and 74% in planting material under laboratory condition. The developmental period of *P. herreni* was studied in the laboratory: under four constant temperatures (20; 22; 25 and 30°C) and 70% HR. Average developmental period was 90,2; 68,3; 37,6 and 39,4 days for the female and 51,9; 33,1; 22 and 19,6 days for the male, at 20; 22; 25 and 30°C, respectively. Percentage egg hatchability was 68,8; 73,9; 85,4 and 94,9 at 20; 22; 25 and 30°C, respectively. Female mortality was relatively low at each temperature: 11,3 at 20°C, 12% at 22°C, 18,3 at 25°C and 12,5% at 30°C. Development curve of *P. herreni* showed a minimum threshold of 17,5°C and a physiological time or thermic constant of 331°D (days-degree).

TABLA 3. Umbral mínimo y tiempo fisiológico de desarrollo de *Phenacoccus herreni*.

Estado del Piojo	Umbral mínimo*		Tiempo fisiológico**	
	Hembra	Macho	Hembra	Macho
Huevo		16		63
Primer Instar	17,5	17,3	31	28
Segundo Instar	13,6	15,7	50	38
Tercer Instar	15,3	—	45	—
Cocon***	—	16,5	—	50
Adulto	17,4	13,8	142	14
TOTAL		17,5	331	193

* Grados Centígrados

** Grados - Día

*** Tercer y cuarto instar ninfal macho cubierto por un capullo algodonoso.

TABLA 4. Efecto de la temperatura sobre la hembra de *Phenacoccus herreni*.

Temperatura °C	Días en promedio	Velocidad de desarrollo*	Umbral mínimo	Tiempo fisiológico
20	90,2	1,1		
22	68,3	1,5		
25	37,6	2,7	17,5°C	331°D
30	39,4	2,5		

* 1/ Días en promedio X 100

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, (Colombia) CIAT, 1977. s.p.
- Lema, K.M.; Herren, H.R. 1985. The influence of constant temperature on population growth rates of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. Entomol. Exp. Appl. 38: 165-169.
- Varela, A.M.; Bellotti, A. 1981. Algunos aspectos biológicos y observaciones de un piojo harinoso de la yuca, *Phenacoccus herreni* C & W (Hom: Pseudococcidae) en Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 7:21-26.
- Wagner, T.L.; Wu-Hsin-I, Sharpe, P.; Schoolfield, R.; Coulson, R. 1984. Modeling insect development rates; a literature review and application of a biophysical model. Forum, Ann. Entomol. Soc. Am. 77: 208-225.
- Yaseen, M. 1979. Report on a visit to Guayana for the natural enemy of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* M.C.I. B.C., November 23. s.n.t.
- Zalom, F.; Goodell, P.; Bennett, W.; Bentley, W. 1983. Degree-day; the calculation and use heat units in pest management Berkeley, University of California, Division of Agricultural. 10 p.

ASPECTOS BIOECOLOGICOS DEL ORDEN TRICHOPTERA Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL AGUA

Amanda D. Quintero de G.*
Angela Martha Rojas de H.**

RESUMEN

Trichoptera es un orden notable por la sensibilidad de las larvas a la calidad del agua, su reconocido valor como sustento de peces y sus típicos hábitos de construcción de albergues y redes para refugio y alimento respectivamente. Los objetivos del presente trabajo fueron: estudiar la distribución y bioecología de adultos en ríos y quebradas de Farallones de Cali, su importancia ecológica y uso potencial como indicadores de calidad de aguas. Entre 1984 y 1986 se hicieron colecciones de larvas y adultos en corrientes lénicas y lólicas localizadas entre los 980 a 2000 metros de altura, en las cuales se midieron parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, CO², temperatura, etc., para conocer el estado del agua en el momento del muestreo. Se obtuvieron adultos bajo condiciones simuladas de aireación, con el fin de profundizar más en la taxonomía del grupo y de correlacionar los respectivos estados inmaduros con sus adultos. Las observaciones permitieron establecer una relación directa entre familias y géneros encontrados, con estados específicos de calidad de agua; además se halló que los Trichoptera de Farallones de Cali se agrupan en 10 familias, 17 géneros y por lo menos 36 especies las cuales viven en ríos y quebradas de aguas muy limpias y bien oxigenadas provenientes de bosques naturales; Glossosomatidae e Hy-

dropsychidae presentaron el mayor porcentaje de individuos colectados y en general se mostró que la población de Trichoptera disminuye casi verticalmente a medida que aumenta la contaminación del agua. Hydropsychidae presentó una distribución uniforme en toda la zona de estudio.

INTRODUCCION

La obtención de energía, abastecimiento de acueductos, irrigación, consumo industrial, conservación de fauna y flora, recreación y otras dependen del agua, especialmente de su cantidad, regularidad y sobre todo de su calidad.

Una de las principales razones para el estudio de insectos acuáticos es su relación con el medio; órdenes como Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera, entre otros, son muy sensibles al grado de pureza del agua.

La idea de usarlos como indicadores de calidad de aguas nació en Europa y Norte América hace más de medio siglo. Colombia tiene los ecosistemas hídricos más ricos del mundo, sin embargo, sólo recientemente ha iniciado estudios sobre calidad y productividad biológica de sus aguas dulces. Trabajos como los de Roldán et al (14) en el río Medellín; Gaviria y Rodríguez (6) en el río Bogotá y Zúñiga de Cardozo (17) en el río Cali iniciaron la relación de los aspectos fisicoquímicos y biológicos en estudios de polución de estos ríos.

Estudios sobre aspectos básicos de taxonomía y bioecología de ninfas de Ephemeroptera han sido realizados por

Roldán (12,13) y de larvas de Trichoptera por Correa et al (2); Quintero y Rojas (16) trabajaron aspectos morfológicos y taxonómicos de larvas y adultos de trichoptera de Farallones (Valle).

El principal propósito del presente trabajo fue proveer bases biológicas y ecológicas sobre el orden Trichoptera del área de Farallones de Cali, que permitan comprender su importancia en la economía acuática y usar la información sobre distribución, abundancia e índice biótico, en el conocimiento de la calidad del agua.

REVISION DE LITERATURA

Los Trichopteros constituyen un orden pequeño holometábolo ampliamente distribuido, conocido en países de habla inglesa como caddisflies. Según Lehmkuhl (9) se han descrito aproximadamente unas 4500 especies en el mundo.

Los trichopteros adultos tienen un tamaño pequeño a mediano. Son muy frágiles, semejantes en forma a mariposas o moscas; poco familiares para la persona común ya que están relacionados con hábitats lóticos fríos. Presentan colores muy suaves en tonos pastel, entre grises, habanos, verde claro, amarillo.

Son buenos voladores aunque no se alejan mucho de las corrientes; en el día descansan bajo las hojas de la vegetación ribereña, entre el musgo o en las rocas (11).

Todos sus estados inmaduros, con pocas excepciones, se desarrollan en

* Bióloga, Entomología, Universidad del Valle, Colombia.

** M.sc. Profesora Departamento Biología-Entomología, Universidad del Valle. Colombia.

aguas frescas, bien oxigenadas y no contaminadas. La mayor parte del ciclo de vida transcurre en el estado larval, duran hasta un año en latitudes altas, y menos tiempo cuando viven cerca al trópico. El interés en el estudio de las larvas de Trichoptera, por parte de un gran número de naturalistas e investigadores, se centra en diferentes aspectos:

- Sus curiosos hábitos de construcción de redes de seda y los típicos albergues que les sirven para capturar alimento y de refugio, respectivamente.
- Su potencial como indicadores de la calidad de un cuerpo de agua, lo cual se basa en el estrecho rango de condiciones ecológicas que toleran muchas de sus especies.
- Su estudio y dispersión aporta información sobre el pasado de la vida de la tierra (15).
- Por su valor en la dieta alimenticia de una gran cantidad de peces, se considera parte importante de las cadenas tróficas acuáticas.

MATERIALES Y METODOS

El estudio bioecológico del orden Trichoptera se llevo a cabo desde octubre de 1984 hasta mayo de 1986 en el área de Farallones de Cali.

El parque Natural de Farallones de Cali se encuentra localizado en la Cordillera Occidental, en el municipio de Cali, departamento del Valle del Cauca (Figura 1), tiene montañas con alturas superiores a 3.200 metros. Las condiciones climatológicas del área de estudio se describen en la Tabla 1.

El INCORA lo declaró Parque Nacional, por resolución no. 92 de 1968; actualmente lo administra y protege la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.V.C.).

Se escogió como zona de trabajo porque además de las características anteriores presenta, casi en su totalidad, ecosistemas de aguas lólicas, claras, frías, bien oxigenadas, sin contaminación y con numerosas caídas, lo que ofrece excelentes oportunidades para investigar factores de diversidad, com-

TABLA 1. Condiciones climatológicas de la zona estudiada en Farallones de Cali (Reelaborada de C.V.C. 1967, 1969, 1974, 1979).

Zona	Altura (m.s.n.m.)	Zona de vida	T. promedio (°C)	Precp. promedio (mm)
Vertiente Oriental				
Alta	1600 a 2000	bmh- ST a bmh-MB	12 a 19	2500 y más
Media	1200 a 1600	bh - ST	19 a 24	1800
Baja	800 a 1200	bs - T	24 y más	1500
Vertiente Occidental				
Media	1000 a 1600	bmh- T a bh - ST	17 a 24	3500 a 4000
Baja	0 a 1000	bp- T a bmh - T	24 y más	4000 a 8000

posición, abundancia y hábitat del Orden Trichoptera.

Además se destaca la importancia del lugar como principal centro recreacional y porque la cuenca del río Cali, formada desde sus partes más altas, suministra agua al acueducto de San Antonio que abastece a más de 500.000 habitantes.

Los diferentes informes elaborados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.V.C.), (3,4,5) permitieron sugerir la división de la zona de estudio en dos vertientes y agrupar las corrientes muestreadas en tres cuencas (Tabla 2).

Antes de empezar el trabajo se elaboraron fichas donde se registraron: fecha, hora, temperatura del aire y del agua, anchura, profundidad, sustrato y otras condiciones bajo las cuales se encontraba el río o quebrada muestreada (a).

La toma de muestras se hizo siguiendo las recomendaciones y metodología para análisis de aguas descrita por Needham y Needham (10).

Las determinaciones químicas de CO₂, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), turbiedad, alcalinidad, dureza total y otras, se hicieron en el labora-

TABLA 2. Localidades de estudio en Farallones de Cali.

		Metros sobre el nivel del mar
I. Vertiente Oriental		
- Cuenca Meléndez - Pance	Q. La Chorrera (Topacio)	1800
	R. Pance	1550
	R. Meléndez	1540, 1000, 950
- Cuenca del río Cali	R. Peñas Blancas	2000
	R. Pichinde	1400
	R. Felidia	1500
	R. Cali	1200, 1000, 950
II. Vertiente Occidental		
- Cuenca del río Anchicaya	Q. Almorzadero	1400
	Q. Dos Cascadas	1300
	R. Blanco	1000
	R. Danubio	600
	Q. Bajo Anchicayá	430

torio del Departamento de Procesos Químicos y Biológicos de la Universidad del Valle; se utilizó el método estandar descrito por Apha (1). Los parámetros usados para los análisis de aguas cubrieron el 95% de aquellos que exige el Ministerio de Salud para bioensayos acuáticos (Decreto 1594 de 1984).

Para el estudio biológico se prefirieron aguas lóaticas, porque presentan mayor variedad de nichos ecológicos; se seleccionaron tramos de corrientes de tres metros de longitud donde se muestreó de orilla a orilla. Las muestras biológicas se recogieron con diferentes métodos, manual y con red para bentos (10) y se depositaron en frascos con alcohol debidamente rotulados. En cada sitio se colectaron tantas larvas como fue posible; parte del material se llevó vivo al laboratorio donde se colocó bajo condiciones simuladas de temperatura, oxigenación y velocidad de corriente con el fin de obtener adultos para precisar su identificación. Especímenes de los estados

inmaduros y adultos se enviaron para su clasificación, al Dr. Oliver S. Flint Jr; taxónomo especialista de Smithsonian institution.

Para demostrar la relación del Orden con la calidad del agua se tomó como referencia el estudio realizado por Hilsenhoff (7) quien ha trabajado la parte entomológica en calidad de aguas; se calculó el Índice Biótico (I.B.). Así mismo, para los géneros colectados en Farallones, se asignaron, por primera vez, valores de tolerancia a la contaminación, basados en los resultados de los principales parámetros fisicoquímicos sugeridos por Hilsenhoff (7) para corrientes muestreadas.

Para calcular el Índice Biótico se empleó la fórmula siguiente:

$$I.B. = \frac{\sum ni.na}{N}$$

donde:

ni = Número de individuos de cada especie o género.

na = Valor de tolerancia asignado a esa especie o género.

N = Número de individuos en el total de la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

Los resultados de los principales parámetros fisicoquímicos examinados en ríos y quebradas de Farallones de Cali se presentan en la Tabla 3. Los datos se agrupan según la vertiente a la que pertenece cada corriente y de acuerdo con su altura sobre el nivel del mar.

TEMPERATURA

Este parámetro varió en forma inversa con la altura (Figura 2). Los valores más bajos de temperatura se encuentran en las cabeceras de los ríos para

TABLA 3. Resultados de los principales parámetros fisicoquímicos examinados en ríos y quebradas de Farallones de Cali.

Río o quebrada	Altura m.s.n.m.	Temperat. °C	pH x	Oxígeno disuelto x Mg/l.	% Saturac. de O.D.	D.B.O.	CO ₂ Mg/l. CaCO ₃	Dureza Mg/l. CaCO ₃	Turbiedad U.T.N.	Alcalin. Mg/l. CaCO ₃	Sólidos totales p.p.m.	NO ₃ Mg/l.
P R O M E D I O S												
Vertiente Oriental												
R. Peñas Blancas	2000	16	7,0	8,3	106,5	0,0	2,0	0,0	1,0	7,0	10	
Q. La Chorrera	1800	17	7,0	8,3	106,0	0,0	2,0	0,0	1,0	10,6	18	
R. Pance (Alto)	1550	18,5	7,1	8,0	102,0	0,0	2,0	0,0	1,0	10,6	35	
R. Meléndez	1540	18,5	7,1	7,6	97,0	2,0	3,0	0,5	2,0	8,0	35	
R. Felidia	1500	18,5	7,0	8,4	102,0	0,1	3,0	0,0	1,0	8,0	40	
R. Pichindé	1400	19	7,1	7,5	95,0	2,0	3,0		2,0	8,6	38	
R. Cali (Bocatoma)	1200	20	6,9	7,2	97,0	3,0	4,5		3,0		45	1,25
R. Cali (Ciudad)	1000	21,5	6,8	5,0	74,0	20,0			4,8			
R. Meléndez (Ciudad)	1000	20	7,5	7,5	94,3	1,15			4,7		48	0,52
R. Cali (Desembocad.)	950	23,5-26	6,3	1,0	0,0	135,0						
R. Meléndez (Desembocad.)	950	21	7,2	7,1	89,3	3,6			6,2		47	0,60
Vertiente Occidental												
Q. Almorzadero	1400	19	7,8	7,5	95,0	1,0	2,0	0,0	6	10,5	50,5	1,75
Q. Dos Cascadas	1330	19,2	7,8	8,0	100,6	2,0	2,0	0,0	13	12	56	1,70
R. Blanco	1000	21	7,5	7,7	96,9	1,0	2,5	2,5	9	13	49,5	1,75
R. Danubio	600	22	7,5	7,5	91,7	1,0	1,5	0,0	8	6,5	39	1,70
Q. Bajo Anchicayá	430	22,5	7,2	7,5	90,7	2,0		0,0	1,0		30	1,70
R. Cajambre	75	23 y más										

X = Promedio

DBO = Demanda Bioquímica de oxígeno

O.D. = Oxígeno disuelto

ambas vertientes y los valores más altos los presenta la zona baja del río Cali a su paso por la ciudad, donde se convierte en reservorio de aguas residuales procedentes de diferentes tipos de actividades (17). La vertiente oriental presenta un rango de temperatura promedio que va de 16°C a 21°C en sus partes alta y baja respectivamente; la cual puede variar a lo largo del año según la época (seca o lluviosa); en la parte alta, con mejor cobertura vegetal y bosques primarios, la temperatura de sus aguas tiende a variar menos.

La vertiente occidental tiene la misma tendencia inversa con respecto a la altura pero su rango promedio es un poco más alto (19°C a 23°C) debido a que se encuentra en una zona de bosque muy húmedo tropical. En esta zona de vida los ríos son más grandes y turbulentos, la región está prácticamente deshabitada.

pH

En las partes alta y media de la vertiente oriental, el pH conserva rangos neutros o ligeramente básicos. En la parte baja correspondiente al río Cali, se torna levemente ácido como consecuencia de los productos generados en la estabilización de la materia orgánica de desecho adicionada por la ciudad, (Figura 2).

Los valores ligeramente alcalinos de la vertiente occidental se deben en parte a la composición de los suelos y a un pequeño incremento en la alcalinidad bicarbonática, consecuencia del sistema buffer CO₂ -HCO₃ que predomina en estas corrientes; en general son valores cercanos entre sí y más o menos estables durante el año (Figura 2)

OXIGENO DISUELTO (O.D)

Zúñiga de Cardoso (17) dice que el Oxígeno Disuelto es el parámetro más importante entre los que sirven para evaluar la calidad de agua porque varía más significativamente al incrementarse la contaminación en una corriente. La cantidad de O.D, presente en el agua depende de varios factores entre los que se destacan: turbulencia, temperatura, altura sobre el nivel del mar

y contenido de sales disueltas. En aguas frías, los valores de O.D. que representen niveles superiores a 5 mg/L son buenos para preservar la biota acuática promedio de un cuerpo de agua (Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud de Colombia sobre usos del agua y residuos líquidos).

En Farallones de Cali, el nivel de oxígeno disuelto es menor en las partes planas y va aumentando a medida que se acerca a las cabeceras, varía en forma directa con la altura e inversa con la temperatura (Figura 2). Los valores promedio de O.D. de la zona alta y media de la vertiente oriental tiene niveles de saturación que oscilan entre

106,5% y 95%. Estos porcentajes son considerablemente menores en las zonas bajas de los ríos Cali y Meléndez debido a la carga orgánica que reciben.

En el río Cali, antes de su desembocadura en el Cauca, el nivel de saturación de oxígeno es cero; en contraste, el valor de saturación para el río Meléndez es 89% al final de su recorrido, debido a que recibe aportes de carga orgánica considerablemente más bajos, así lo demuestran los resultados del estudio realizado para este río por Zúñiga de Cardoso (17).

El río Felidia, de esta misma vertiente, presentó el mayor promedio de O.D. a

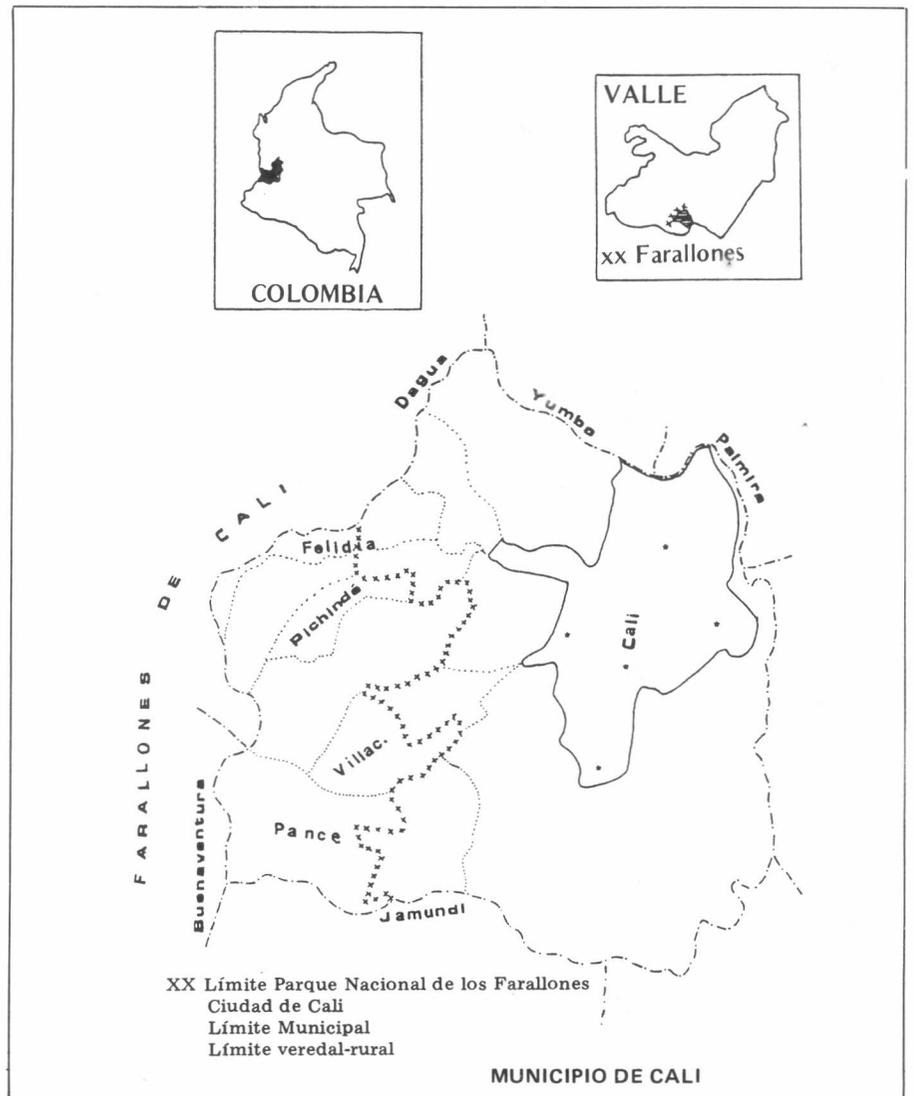


FIGURA 1. Ubicación de Farallones de Cali con respecto a Colombia, Departamento del Valle y Municipio de Cali.

pesar de no estar a la mayor altura sobre el nivel del mar; este resultado es explicable si se considera que el río posee un gran caudal unido a una fuerte velocidad de corriente, además nace en una de las zonas más abruptas, formando numerosas cascadas y turbulencia en su recorrido inicial, incrementando el valor de O.D. como consecuencia del aumento de la superficie de contacto entre la película aire-agua que facilita la solubilización del oxígeno, llegando a un valor de saturación de 102% (Figura 2).

La vertiente occidental conserva valores bastante uniformes con niveles igualmente altos, cuyos porcentajes de saturación fluctúan entre 100,6 y 90,7% y aunque las temperaturas del agua tiendan a ser más altas al acercarse al nivel del mar, los valores de O.D. no disminuyen ya que los ríos de esta vertiente además de no recibir ningún tipo de carga orgánica residual, provienen de bosques naturales, tienen un gran caudal y también presentan altas velocidades de corriente (Figura 2).

En épocas lluviosas, el aumento de caudal y la disminución de la temperatura de las corrientes contaminadas de las zonas bajas, tiende a incrementar los valores de O.D. En las zonas altas, exentas de carga orgánica, este hecho no tiene una incidencia significativa en la variación de este parámetro.

OTROS PARAMETROS

Los resultados de diferentes análisis demostraron que las aguas muestreadas son pobres en contenido mineral soluble, los valores de dureza fueron cercanos o iguales a cero, es decir, que el contenido de cationes como Ca y Mg es mínimo; en los lugares donde se presentó algún tipo de dureza, ésta fue exclusivamente de tipo carbonática (Tabla 3).

La turbiedad impide la penetración de luz para el desarrollo de formas de vida vegetal; si la turbiedad es alta los organismos bentónicos filtradores y raspadores se afectan en sus hábitos alimenticios debido a la interferencia de sedi-

mentos en suspensión. Como se anotó en materiales y métodos, se evitó muestrear sitios turbios y por consiguiente con sólidos en suspensión. Todos los sitios estudiados presentaron siempre aguas limpias y cristalinas.

RESULTADOS BIOECOLOGICOS

La cantidad, regularidad y sobre todo la calidad de las aguas determinan su uso en las diferentes actividades humanas. Por tanto, conocer el grado de calidad del agua, antes de utilizar el líquido, es un punto prioritario. Para evaluar la calidad de agua, en nuestro país se han utilizado todos los paráme-

tros fisicoquímicos conocidos; éste es un método altamente especializado, costoso y al alcance de unos pocos, considerándose efectivo pero poco práctico en términos económicos.

En Europa y Norte de América desde hace más de medio siglo, se investiga sobre la relación de la fauna bentónica y su medio natural, encontrándose gran cantidad de organismos altamente susceptibles al cambio en los estados de calidad de las aguas que habitan. Los insectos son los elementos más prácticos en dichos estudios porque son abundantes, fáciles de coleccionar, diversos, poco móviles y además porque la mayoría de las especies tienen

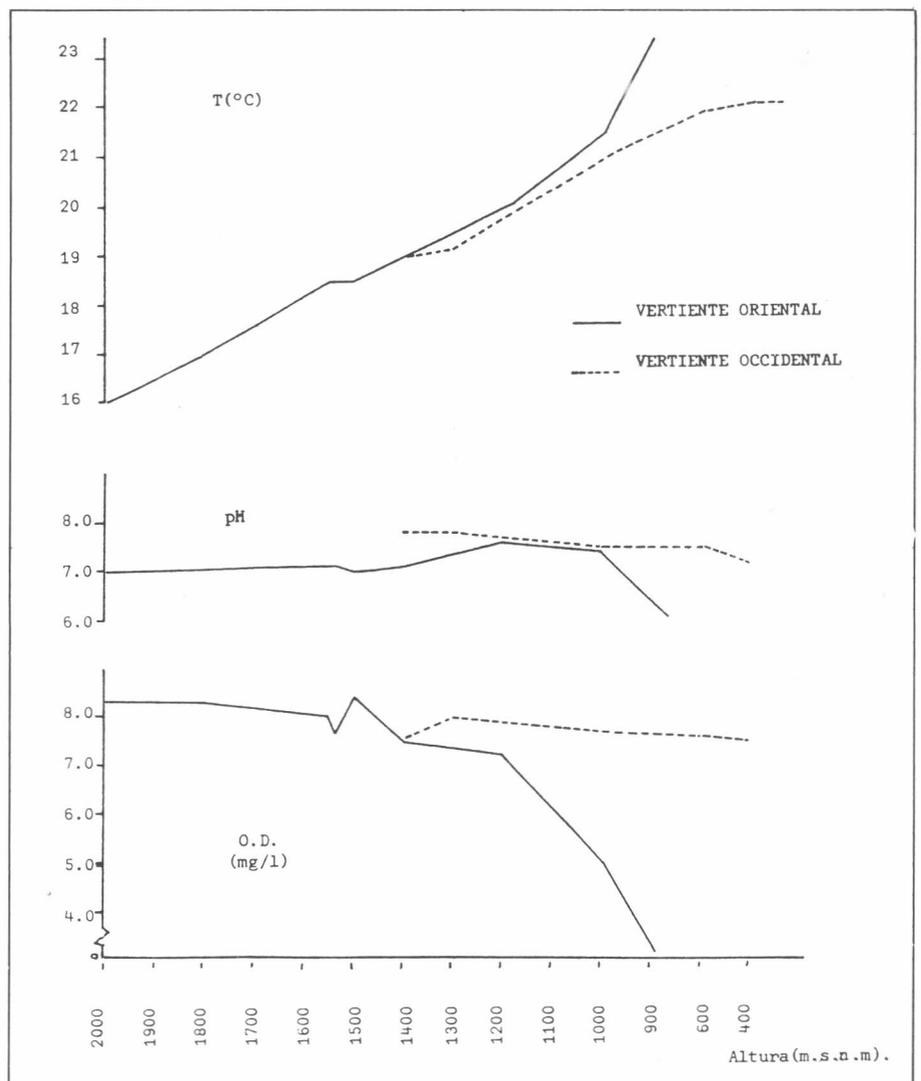


FIGURA 2. Variación de temperatura, pH y oxígeno disuelto en las corrientes muestreadas en farallones de Cali.

TABLA 4. Familias de Trichoptera colectadas en Farallones de Cali.

Familia y Géneros	Tipo de Corriente - Hábito alimenticio	Principal característica morfológica refugio y ubicación
Calamoceratidae <i>Phylloicus banyallarga</i>	Corrientes lénticas a semilóticas Herbívoro - Detritívoro	Labrum con hilera de setas gruesas distintivas. Refugios de fragmentos de hojas. Viven sobre la hojarasca y detritus de la corriente.
Glossosomatidae <i>Mortoniella</i>	Corrientes lólicas. Raspador herbívoro de perifiton (algas y diatomeas).	Placa protorácica completa; placa dorsal sobre noveno segmento abdominal. Refugios en forma de concha de tortuga de pequeñas piedrecillas. Viven sobre las rocas cerca al nivel del agua, generalmente en grupo.
Helicopsychidae <i>Helicopsyche</i>	Corrientes lólicas y semilóticas. Raspador herbívoro	Una de las propatas anales en forma de peine. Refugio en forma de concha de caracol de pequeños fragmentos de rocas y arena. Viven sobre los intersticios húmedos de las rocas cerca al nivel del agua.
Hydrobiosidae <i>Atopsyche</i>	Corrientes lólicas. Predador - Carnívoro	Propatas anales largas y delgadas. Patas anteriores con uña modificada como pinzas. Larvas de vida libre. Se ubican bajo las rocas o entre el detrito del fondo o donde haya mayor velocidad de corriente.
Hydropsychidae <i>Leptonema smicridea</i>	Corrientes lólicas. Herbívoro - Detritívoro Filtrador.	Elaboran refugios bajo piedras con seda y diferentes materiales del medio o aprovechan refugios naturales como troncos perforados. Bajo el agua en las rocas o detrito. Tres placas torácicas.
Hydroptilidae <i>Ochrotrichia Rhyacopsyche</i>	Corrientes lólicas. Herbívoro raspador de perifiton.	Diminutos. Refugios de seda y arena fina en forma de bolsitas. Sobre o bajo las rocas en la corriente.
Leptoceridae <i>Grumichella atanatolica</i> <i>Triplectides</i> .	Lóticas a semilóticas. Herbívoro masticador y minador; Raspador.	Antenas relativamente largas mesonoto suavemente esclerotizado con pequeños escleritos de forma curvada. Sobre rocas grandes sumergidas.
Philopotamidae <i>Chimarra wormaldia</i>	Vida libre - Lóticas. Construyen redes de seda para filtrar de la corriente.	Típico Labrum expandida lateralmente en forma de T bajo las rocas en el fondo de la corriente.
Polycentropodidae <i>Polycentropus</i>	Vida libre lólicas o redes en forma de trompeta o tubo. Carnívoro en parte.	Cabeza y protórax con punticos. Trocántin agudo y puntudo en el apex. En la hojarasca atrapada en la corriente.

ciclo de vida corto. Entre los órdenes que reúnen esta característica, se destacan Trichoptera, Plecoptera y Ephemeroptera; los dos primeros órdenes permiten una rápida identificación por sus hábitos de construcción de refugios. El estudio de indicadores biológicos de calidad es por tanto, un método obviamente más económico aunque evidentemente su uso implica un mejor conocimiento taxonómico.

En Farallones de Cali se colectaron

nueve familias, diez y seis géneros y por lo menos treinta y cinco especies de larvas de Trichoptera, cuyos géneros y familias se pueden reconocer detalladamente en el estudio realizado por Quintero y Rojas (16) y en forma general, según las características anotadas en la Tabla 4.

DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE LARVAS

Considerando que el número de espe-

cies de una comunidad está determinado por el número de nichos potenciales del ambiente, es fácil comprender la riqueza en la diversidad de Trichopteros que habitan ecosistemas lólicas. Los resultados sobre distribución y abundancia de trichopteros en cada una de las vertientes muestreadas, nos permite afirmar que estos parámetros dependen de factores que varían como función de la altura, tales como oxígeno disuelto, temperatura, pH y otros que están directamente relacionados con la calidad del agua.

En general la familia Glossosomatidae fue la más abundante (23,55%) seguida por Hydropsychidae (19,7%) y Leptoceridae (19,3%); en contraste, las familias Hydrobiosidae, Philopotamidae y Polycentropodidae son las menos abundantes (Tabla 5).

De las familias colectadas, Leptoceridae posee cuatro géneros, las demás sólo tienen uno o dos. Hydropsychidae, exhibe siete especies, seguida de Leptoceridae y Calamoceratidae con

cinco especies cada una; Helicopsychidae y Philopotamidae con cuatro especies, las restantes con tres o menos especies hasta llegar a Polycentropodidae con una sola especie, (Tabla 5).

TABLA 5. Abundancia por familias y diversidad genérica y específica de larvas de Trichoptera colectadas en Farallones de Cali.

Familia	% en Farallones	Género/familia	Especie/familia
Calamoceratidae	6,0	2	5
Glossosomatidae	23,5	1	3
Helicopsychidae	15,0	1	4
Hydrobiosidae	1,3	1	2
Hydropsychidae	19,7	2	7
Hydroptilidae	10,8	2	4
Leptoceridae	19,3	4	5
Philopotamidae	2,3	2	4
Polycentropodidae	2,1	1	1
TOTALES	100,0	16	35

Respecto a este punto es importante aclarar que el análisis de la diversidad, teniendo en cuenta solo los estados inmaduros, siempre estará por debajo de los valores reales, ya que para algunas familias es muy difícil, aún para los especialistas, separar especies y en unos pocos casos, géneros.

La vertiente oriental dividida en zonas, alta, media y baja, muestra como disminuye la diversidad a medida que se descende en altura; de ocho familias, diez géneros y trece especies en la zona alta, se llega a dos familias, dos géneros y dos especies en la zona baja (Tabla 6) y la prueba biológica de la contaminación gradual que sufre esta vertiente a partir de su zona media

TABLA 6. Composición, distribución y abundancia (%) de las larvas de Trichoptera en función de la altura, en la vertiente oriental de Farallones de Cali.

Familia	No. Ind.	% Zona	Género	No. Ind.	% Zona	Especie	No. Ind.	% Zona
ZONA ALTA: 2000 a 1600 msnm								
Calamoceratidae	5	1,1	<i>Phylloicus</i>	5	1,1	sp. 4	5	1,1
Glossosomatidae	18	4,1	<i>Mortoniella</i>	18	4,1	sp. 1	11	2,5
						sp. 3	7	1,6
Helicopsychidae	11	2,5	<i>Helicopsyche</i>	11	2,5	sp. 1	11	2,5
Hydropsychidae	42	9,5	<i>Leptonema</i>	28	6,3	sp. 1	28	6,3
			<i>Smicridea</i>	14	3,2	sp. 1	8	1,8
						sp. 2	6	1,4
Hydroptilidae	15	3,4	<i>Rhyacopsyche</i>	15	3,4	sp. 1	15	3,4
Leptoceridae	3	0,7	<i>Mystacides</i>	2	0,5	sp. 1	2	0,5
			<i>Triplectides</i>	1	0,2	sp. 1	1	0,2
Philopotamidae	19	4,3	<i>Chimarra</i>	19	4,3	sp. 1	14	3,2
Polycentropodidae	19	4,3	<i>Polycentropus</i>	19	4,3	sp. 1	19	4,3
ZONA MEDIA: 1580 a 1200 msnm								
Calamoceratidae	4	0,9	<i>Phylloicus</i>	4	0,9	sp. 1	4	0,9
Glossosomatidae	95	21,4	<i>Mortoniella</i>	95	21,4	sp. 1	95	21,4
Helicopsychidae	82	18,5	<i>Helicopsyche</i>	82	18,5	sp. 1	70	15,8
						sp. 2	12	2,7
Hydrobiosidae	5	1,1	<i>Atopsyche</i>	5	1,1	sp. 2	5	1,1
Hydropsychidae	42	9,5	<i>Leptonema</i>	40	9,0	sp. 3	40	9,0
			<i>Smicridea</i>	2	0,5	sp. 1	2	0,5
Hydroptilidae	50	11,3	<i>Rhyacopsyche</i>	50	11,3	sp. 2	50	11,3
Leptoceridae	19	4,3	<i>Grumichella</i>	19	4,3	sp. 1	19	4,3
ZONA BAJA: 1180 a 1000 msnm*								
Helicopsychidae	5	1,1	<i>Helicopsyche</i>	5	1,1	sp. 3	5	1,1
Hydropsychidae	10	2,3	<i>Leptonema</i>	10	2,3	sp. 3	10	2,3

* Antes de la entrada de los ríos a la ciudad de Cali.

indica que el orden desaparece completamente en las aguas que atraviesan la ciudad. En contraste la vertiente occidental tiene ocho familias, doce géneros y diez y siete especies en su zona media y cinco familias, ocho géneros y once especies en la parte baja (Tabla 7) aunque pueden haber muchas más, lo que prueba la limpieza de sus aguas.

La figura 3 muestra los porcentajes de individuos colectados por género y la altura en la que fueron colectados. Al comparar las dos vertientes se encontró lo siguiente:

Phylloicus. La zona alta y media de la vertiente oriental tiene un bajo porcentaje de este género, un mayor porcentaje se encuentra en la zona media de la occidental, lo que hace suponer que

su óptimo desarrollo ocurre en aguas muy limpias, no tan rápidas y algo cálidas; también se encuentra en la zona baja de esta vertiente donde está acompañado de **Banyallarga**, otro género de la familia Calamoceratidae, restringido a esta parte de los Farallones.

Mortoniella se encuentra en las zonas alta y media de la oriental y media a baja de la occidental, es el género con mayor porcentaje de individuos. Está muy bien adaptado a las condiciones de las zonas medias de ríos anchos, caudalosos, rápidos, limpios y no tan fríos. Es el género más abundante en toda el área de los Farallones.

Helicopsyche y **Leptonema** están ampliamente distribuidos a lo largo de

los Farallones. **Helicopsyche** tiene su máxima abundancia en las zonas medias de ambas vertientes, mientras que **Leptonema** tiene un patrón de abundancia similar en las partes altas y medias; para la parte baja se aprecia un porcentaje mayor de este género en la vertiente occidental. Encontrar estos géneros en la zona baja de la vertiente oriental permite suponer que no son tan exigentes en cuanto a calidad de agua, obviamente sin llegar a ser completamente contaminada.

Aunque **Smicridea** pertenece a la familia Hydropsychidae al igual que el género **Leptonema**, y esta familia comúnmente se asocia con aguas de regular calidad, se puede apreciar que el mayor porcentaje de **Smicridea** se encuentra en la zona alta de la vertiente

TABLA 7. Composición, distribución y abundancia (%) de las larvas de Trichoptera en función de la altura en la vertiente occidental de Farallones de Cali.

Familia	No. Ind.	% Zona	Género	No. Ind.	% Zona	Especie	No. Ind.	% Zona
ZONA MEDIA: 100 a 1600 msnm								
Calamocerátidae	61	8,8	<i>Phylloicus</i>	61	8,8	sp. 1	59	8,5
						sp. 2	2	0,3
Glossosomátidae	142	20,5	<i>Mortoniella</i>	142	20,5	sp. 1	100	14,5
						sp. 2	42	6,0
Helicopsychidae	46	6,6	<i>Helicopsyche</i>	46	6,6	sp. 4	46	6,6
Hydrobiosidae	11	1,6	<i>Atopsyche</i>	11	1,6	sp. 1	11	1,6
Hydropsychidae	55	7,9	<i>Leptonema</i>	51	7,4	sp. 1	3	0,4
						sp. 2	19	2,7
						sp. 3	29	4,2
			<i>Smicridea</i>	4	0,5	sp. 3	4	0,5
Hydroptilidae	48	6,9	<i>Ochrotrichia</i>	48	6,9	sp. 1	30	4,3
						sp. 2	18	2,6
Leptocéridae	123	17,7	<i>Tripletides</i>	3	0,4	sp. 1	3	0,4
			<i>Atanatolica</i>	60	8,7	sp. 1	60	8,7
			<i>Grumichella</i>	60	8,7	sp. 1	60	8,7
Philopotámidae	2	0,28	<i>Chimarra</i>	1	0,14	sp. 3	1	0,14
			<i>Wormaldia</i>	1	0,14	sp. 1	1	0,14
ZONA BAJA: 900 a 0 msnm								
Calamocerátidae	8	1,2	<i>Phylloicus</i>	7,0	1,0	sp. 3	7	1,0
			<i>Banyallarga</i>	1	0,1	sp. 1	1	0,1
Glossosomátidae	6	0,9	<i>Mortoniella</i>	6	0,9	sp. 1	6	0,9
Helicopsychidae	10	1,4	<i>Helicopsyche</i>	10	1,4	sp. 4	10	1,4
Hydropsychidae	71	10,2	<i>Leptonema</i>	70	10,1	sp. 1	6	0,9
						sp. 2	14	2,0
						sp. 3	50	7,2
			<i>Smicridea</i>	1	0,1	sp. 3	1	0,1
Leptocéridae	109	15,8	<i>Atanatolica</i>	33	4,8	sp. 1	6	0,9
						sp. 2	27	3,9
			<i>Grumichella</i>	76	11,0	sp. 1	76	11,0

oriental. En cantidades mínimas lo tienen la parte media de la misma vertiente y la parte media-baja de la vertiente occidental, lo cual indica que prefieren las aguas más frías y limpias.

Rhyacopsyche está restringido a la vertiente oriental, presenta su mayor abundancia en la zona media. **Ochrotrichia** un segundo género de Hydropsychidae, es típico en la vertiente occidental, localizándose sobre la zona media de aguas más cálidas pero limpias.

Todos los géneros de la familia Leptoceridae se encuentran en las zonas medias de ambas vertientes, allí se consiguen en mayor abundancia y máxima diversidad. Ellos, aunque requieren de gran calidad de aguas no prefieren temperaturas tan frías. Los géneros más abundantes son **Grumichella** y **Atanatólica**.

Chimarra se encuentra en la zona alta de la vertiente oriental y en la zona media de la occidental. Se consiguen, principalmente, en aguas de gran pureza y baja temperatura. **Wormaldia** un segundo género de Philopotamidae se encontró en mínima cantidad, en la zona media de la vertiente occidental.

Atopsyche se encontró en bajos porcentajes en las zonas medias de ambas vertientes. **Polycentropus** está restringido a la parte alta de la vertiente oriental.

INDICE BIOTICO (I.B.)

Dado que los organismos acuáticos son los primeros en sentir los efectos del agua contaminada, la valoración biológica de la misma resulta muy útil. Para interpretar estos datos se han desarrollado en los últimos veinte años varios tipos de índices, muchos de los cuales han resultado no aplicables y poco seguros, por ejemplo, el sistema sapróbico (que evalúa rata de descomposición orgánica) usado especialmente en Europa, tiene el gran inconveniente de involucrar análisis extensivos a nivel de especie, desde bacterias hasta peces.

El Índice Biótico propuesto por Hilsenhoff (7,8), utiliza solamente insectos amphipodos e isópodos por las ventajas mencionadas. Este autor afirma que el mejor valor de Índice Biótico se obtiene con el nivel específico y que cuando no se puede llegar a especie se puede trabajar a nivel de género pero nunca a nivel de familia, ya que los organismos acuáticos tienen tal especificidad por el nicho que ocupan, que la más ligera variación en el medio altera significativamente las poblaciones; por ejemplo, dos corrientes pueden ser enteramente diferentes en su composición faunal pero igualmente puras; es el caso de las partes altas de la vertiente oriental y media de la occidental (Figura 3), las cuales difieren en la composición y abundancia de Trichoptera, pero en términos generales, con excepción de la temperatura, sus condiciones de pureza son similares.

De igual forma, al analizar las cuatro especies de **Phylloicus** (Tablas 6 y 7) se observa lo siguiente: las especies uno y dos son típicas de la parte media de la vertiente occidental y la especie tres de la parte baja de la misma vertiente. La especie uno también se encuentra en la parte media de la vertiente oriental y la especie cuatro en su parte alta.

Como se puede observar, cada especie tiene condiciones y distribución muy particulares y al conocerlas y diferenciarlas el análisis de calidad es más exacto. Sin embargo, para efectos prácticos de uso, el nivel de género para el común de las personas está bien y es el aplicado aquí.

Hilsenhoff (7,8), en sus estudios de Índice Biótico para cientos de corrientes en Wisconsin, asigna el valor de tolerancia a la contaminación, a géneros y especies americanos, lo cual no es aplicable a nuestro medio, ya que ni la fauna ni las condiciones ecológicas neárticas se parecen a las tropicales. Por tal motivo, fue necesario asignar por primer vez, el valor de tolerancia para las larvas de Trichoptera, el cual debe estar comprendido en un rango

de (0) a cinco (5) y basado en las condiciones fisicoquímicas y observaciones de campo del sitio en el cual fueron colectadas. Un valor de cero se asigna a especies o géneros que se establecen únicamente en corrientes inalteradas de calidad muy alta, y un valor de cinco se asigna a especies que se encuentran en aguas muy contaminadas. Los valores intermedios corresponden a especies que se encuentran en aguas con grados intermedios de alteración. Los valores de tolerancia a la contaminación para géneros de Trichoptera colectados en Farallones de Cali se presentan en la Tabla 8.

TABLA 8. Valores de tolerancia a la contaminación para géneros de Trichoptera colectados en farallones de Cali.

Grupo Taxonómico	Valor de Tolerancia
Chimarra	0
Polycentropus	0
Wormaldia	0
Atanatólica	1
Atopsyche	1
Banyallarga	1
Grumichella	1
Mortoniella	1
Ochrotrichia	1
Rhyacopsyche	1
Phylloicus	1
Triplectides	1
Smicridea	2
Helicopsyche	2
Leptonema	3

En sus escritos Hilsenhoff (7) recomienda coleccionar aproximadamente 100 artrópodos entre insectos, amphipodos e isópodos en una área determinada y un tiempo no mayor de treinta minutos.

El número de individuos de cada género o especie, ya identificados, se multiplica por su valor de tolerancia, y la suma de esos productos se divide por el número de individuos de la muestra completa, dando como resultado el valor de Índice Biótico para la corriente de la cual se quiere saber su calidad.

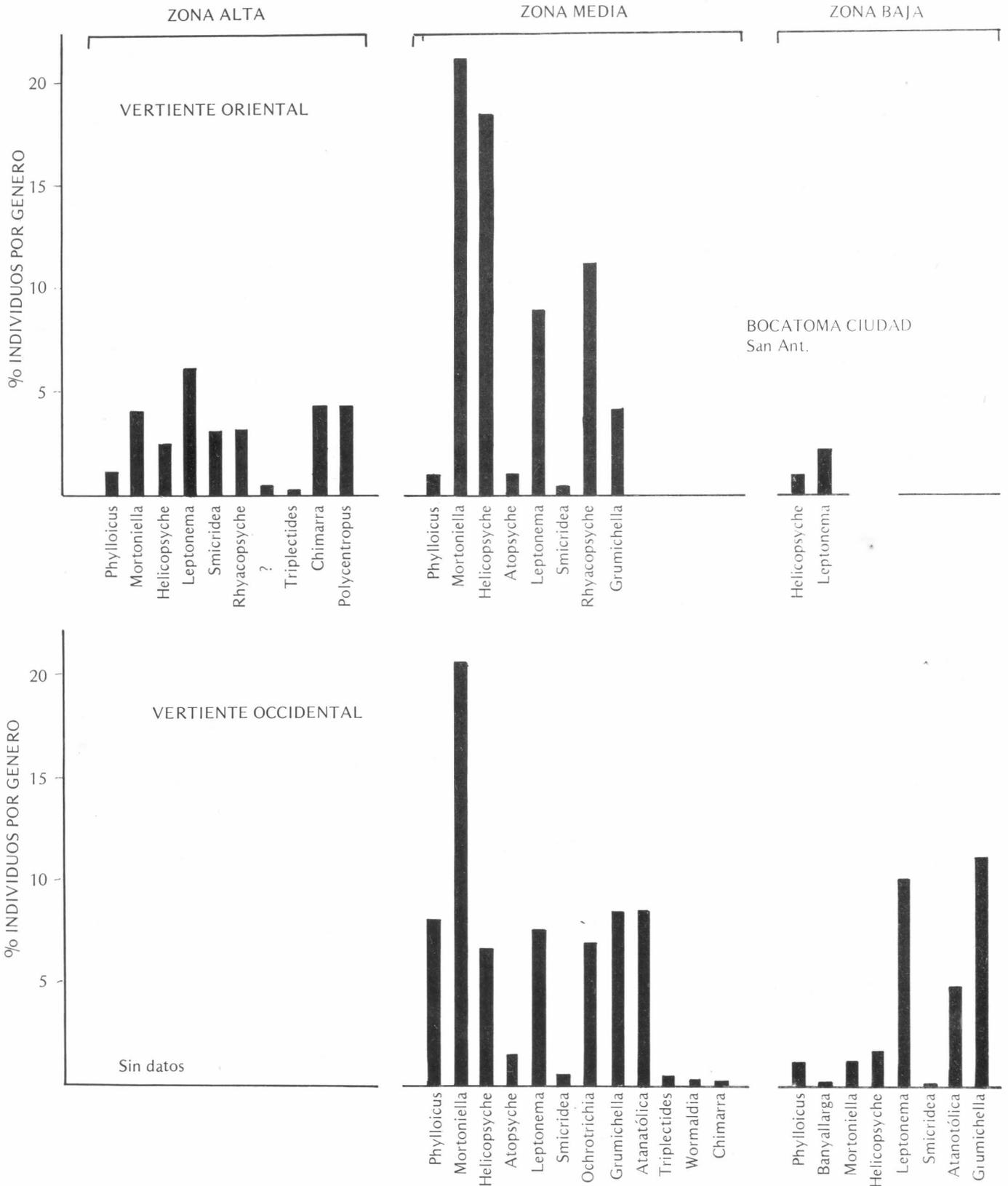


FIGURA 3. Porcentaje de individuos colectados por género en las zonas muestreadas de farallones.

Aplicar el I.B. en esta forma requiere necesariamente el conocimiento profundo de la fauna bentónica y es claro que los insectos acuáticos son tema de interés reciente para investigadores colombianos.

En este trabajo se propone aplicar el Índice Biótico solo con Trichoptera, ya que en el trópico son muy abundantes, diversos y tienen especímenes en varios tipos de aguas, mientras se perfecciona el conocimiento de los otros órdenes y se calculan sus valores de tolerancia. El Índice Biótico obtenido en este estudio, se considera una herramienta valiosa, no perfecta, pero sí bastante aceptable. Constituye además una invitación a los investigadores de nuestro país para profundizar el conocimiento de otros órdenes acuáticos, asignar sus valores de tolerancia y así generalizar el uso del I.B.

Considerando los valores de tolerancia a la contaminación para los géneros de Trichoptera calculados en Farallones (Tabla 8) y la interpretación de los resultados obtenidos al aplicar la fórmula de I.B. (Tabla 9), se hizo una clasificación preliminar de la calidad del agua de las corrientes muestreadas (Tabla 10).

Los ríos de las partes altas de la vertiente oriental y todos los de la occidental tienen Índices Bióticos comprendidos entre cero y 1,75 con calidad excelente a muy buena; las corrientes de la parte media de la vertiente oriental tienen un I.B. de 1,8 a 2,75 correspondiente a aguas buenas hasta regulares, situación que cubre hasta la bocatoma de la planta de tratamiento del río Cali. Después de este lugar el orden desaparece y es reemplazado por otros órdenes que incluyen géneros y especies conocidos como indicadores de contaminación severa, con lo cual el río Cali a su paso por la ciudad, en la desembocadura del río Cauca, presenta un I.B. entre 3, 5 y 5,0 (Tabla 10).

ECOLOGIA DE LOS TRICHOPTERA DE FARALLONES

Los individuos colectados en Farallones de Cali son bastante oxifílicos y

TABLA 9. Interpretación del valor del Índice Biótico en la evaluación de la calidad del agua.

Índice Biótico	Calidad del Agua	Grado de Contaminación
0,00 - 1,75	Excelente	Sin contaminación orgánica
1,76 - 2,25	Muy buena	Posible suave contaminación
2,26 - 2,75	Buena	Alguna contaminación de tipo orgánica
2,76 - 3,50	Regular	Contaminación significativa
3,51 - 4,25	Mala	Muy contaminada
4,26 - 5,00	Pésima	Cloaca

FUENTE: Use of arthropods to evaluate water quality of streams. 1977.

TABLA 10. Clasificación preliminar de los sitios muestreados en Farallones de Cali (1974 - 1976) al aplicar el Índice Biótico genérico para Trichoptera.

Río o Quebrada	Altura	Vertiente	Índice Biótico
	0 - 1,75	Excelente Calidad de agua	
Peñas Blancas	2000	Oriental	0,80
La Chorrera	1800	Oriental	0,95
Pance (alto)	1550	Oriental	1,50
Almorzadero	1400	Occidental	1,75
Dos Cascadas	1300	Occidental	1,50
Blanco	1000	Occidental	1,25
Danubio	600	Occidental	1,40
Bajo Anchicayá	430	Occidental	1,37
	1,76 - 2,75	Muy Buena a Buena Calidad	
Meléndez	1540	Oriental	2,00
Felidia	1500	Oriental	2,20
Pichindé	1400	Oriental	2,40
Cali	1200	Oriental	2,70
Meléndez	1000	Oriental	2,50
	2,76 - 3,50	Regular Calidad de Agua	
Meléndez	980		3,00
	3,51 - 5,00	Mala a Pésima	
Cali	1000 a	Desembocadura	*

* No hay Trichopteros

prefieren aguas con porcentajes sobresaturados, hasta un límite de 70 por ciento de saturación de oxígeno disuelto, aproximadamente. (Tabla 4).

Las especies estenotérmicas habitan corrientes con pequeñas fluctuaciones anuales en la temperatura. Los trópicos al tener ausencia de estaciones tienen temperaturas relativamente poco variables para un sitio en particular. Las temperaturas varían con la altura determinando la presencia o la ausencia de unas u otras especies; sin embargo, en términos generales las especies

encontradas pueden clasificarse como estenotérmicas.

La luz es un factor importante para larvas de Trichoptera, especialmente para aquellas que se alimentan del plancton y de algas; casi todas las especies colectadas se encontraron en áreas expuestas a la radiación, con excepción de *Phylloicus*, *Banyallarga*, *Triplectides* y *Chimarra* que prefieren secciones cubiertas de abundante vegetación.

Los valores altos de velocidad de co-

riente indican que los sitios muestreados poseen aguas bastante rápidas; Trichoptera presenta adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le permiten vivir de preferencia sobre las rocas, el soporte más estable para resistir la fuerza de la corriente. Es claro que las rocas no reciben la misma velocidad sobre todas sus caras: la parte frente a la corriente la recibe con mayor intensidad, las caras laterales en forma más atenuada y la superficie posterior muy debilmente o no la recibe. Aprovechando estas circunstancias, las familias encontradas se ubicaron en el sitio que más les convenía. Por ejemplo, *Grumichella* se agrupa en grandes cantidades en los ríos Blanco y Danubio, en las caras laterales a posteriores de las rocas. *Helicopsyche* se concentra en la parte posterior dentro de las irregularidades de las rocas para mayor protección. Las pupas de *Lep-tonema*, *Smicridea*, *Chimarra*, *Atopsyche* y otras, se ubicaron en forma individual en la parte lateral o inferior (base) de las rocas sumergidas.

Las larvas no se encontraron a grandes profundidades debido precisamente a sus requerimientos de oxígeno, inclusive especies de *Mortoniella* y *Helicopsyche* se ubicaron unos centímetros por fuera del nivel del agua en las partes de las rocas que están siempre húmedas (pero no sumergidas) por el salpicar de la corriente. *Phylloicus* y *Triplectides* se desplazaron sobre el detrito que se acumula entre las rocas y los recodos. Algunos autores llaman hipopétrica a la fauna de estos biotopos húmedos.

En general las familias estudiadas en Farallones se encuentran a diferentes profundidades mostrando mayor preferencia por el rango de cero a cincuenta centímetros, lo cual es muy ventajoso en la evaluación biológica de calidad de agua.

En sitios visitados por lugareños los fines de semana, es común ver pequeñas "represas" que aumentan la profundidad del río. Se construyen con piedras, ramas, troncos y otros en donde se acumulan grandes cantidades de insectos acuáticos, entre ellos Trichoptera.

Las trampas de luz colocadas para coleccionar adultos indican que el orden tiene unas familias más fototrópicas que otras. *Hydropsychidae* es muy fototrópico y las trampas de luz negra y Malaise colocadas en el Bajo Anchicayá siempre atrajeron un buen número de ellos.

Leptoceridae es otra familia bastante fototrópica y es atraída con facilidad hacia los bombillos de luz colocados en los porches de las casas. Otras familias como *Philopotamidae* y *Calamoceratidae* son atraídas hacia la luz de las linternas siempre y cuando éstas se encuentren en la orilla del río.

El orden siempre ha estado asociado con el crepúsculo y la noche en cuanto a las actividades de los adultos, pero *Hydroptilidae* (*Ochrotrichia* (*Metrichia*)) se colectó a media mañana, volando a la luz del sol para poner huevos en el agua. *Chimarra* (*Curgia*) del cual se colectaron adultos en noviembre de 1985 en grandes cantidades sobre un arbusto en Topacio, también se observaron llevando a cabo actividades de cópula y postura en la mañana.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de los principales parámetros fisicoquímicos y biológicos, permiten afirmar que las corrientes de Farallones en la vertiente occidental y de las zonas alta y media en la vertiente oriental tienen aguas de gran calidad.
2. La contaminación gradual de la cuenca del río Cali, ocasiona disminución en la diversidad y abundancia del orden Trichoptera hasta su desaparición total.
3. El diagnóstico de la calidad de un cuerpo de agua puede hacerse en forma precisa, rápida y económica utilizando indicadores biológicos como por ejemplo Trichoptera, cuya presencia indica buena calidad.

SUMMARY

The order Trichoptera is notable for the sensitivity of its larvae to the water

quality, its recognize value as fish food, and its typical larval habits of making cases and nets for shelter and food, respectively. Due to the ecological importance and the potential use as indicators of water quality of the caddisflies, the purpose of this work was to study the distribution and bioecology of adults and larvae along rivers and streams of the Farallones de Cali. Collection of larvae and adults was carried out from lentic and lotic streams from 980 to 2000 m of altitude during 1984 until 1986. Different physicochemical parameters as Ph, dissolve oxygen, CO² temperature, etc. were measured to know the state of the water at the moment of collection. Adults were obtained in laboratory conditions to know the taxonomy of the group in a better way, and to relate the immature forms with their respective adults. The observations established a direct relation between the families and genera found with specific conditions of water quality. More over, it was found that the Trichoptera of the Farallones de Cali are grouped in 18 families, 17 genera and at least 36 species living in rivers and streams of very clear and well oxygenated waters that originated in natural forests. *Glossosomatidae* and *Hydropsychidae* presented the highest percentage of collected specimens. Also, it was found that the population of caddisflies decreases vertically as the water contamination increases. *Hydropsychidae* presented uniform distribution through the study area.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Apha, Awwa. 1980. Standard methods for the examination of water and waste water. Fifteenth Edition Washington Ed. Interamericana S.A. s.p.
2. Correa, M.; Machado, T.; Roldan, G. 1981. Taxonomía y ecología del orden trichoptera en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 10:35-48.
3. Corporación Autónoma Regional del Cauca. 1967. Aspectos generales y particulares sobre la cuenca del río Pichindecito. Cali, s.e. 34 p.
4. Corporación Autónoma Regional del Cauca. 1974. Plan de ordenación y desarrollo de la cuenca superior del río Cali, Cali, s.e. 133 p. (Informe 74-1).

5. Corporación Autónoma Regional del Cauca. División de Recursos Naturales. 1979. Plan de ordenación y desarrollo del proyecto Meléndez-Pance. Cali, s.e.
6. Gaviria, S.; Rodríguez, C. 1982. Estudio de la calidad del agua del río Bogotá aguas arriba de Tibitó. Bogotá, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 38 p.
7. Hilsenhoff, W.L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources. p. 1-15 (Tech. Bull. no. 100).
8. Hilsenhoff, W.L. 1982. Using a biotic index to evaluate water quality in streams. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources. p. 1-22 (Tech. Bull. no. 132).
9. Lehmkuhl, D. 1979. How to know the aquatic insects; the pictured key nature series. Dubuque, Iowa, W.M.C. Brown Company Publishers. 168 p.
10. Needham, J.G.; Needham, P.R. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces: Traducción adaptada para España y América. Ed. Reverté, S.A. España 131 p.
11. Richards, O.W.; Davies, R.G. 1977. IMM'S general textbook of Entomology V.2 Tenth Ed. Chapman and Hall. London. Trichoptera: pp. 1162-1174.
12. Roldán, G. 1985. Contribución al conocimiento de las ninfas de los Ephemeropteros (Clase: Insecto y Orden: Ephemeroptera) en el Departamento de Antioquia, Colombia. Actualidades Biológicas 14:3-13.
13. Roldán, G. 1980. Estudios limnológicos de cuatro ecosistemas neotropicales diferentes con especial referencia a su fauna de Ephemeropteros. Actualidades Biológicas 9:103-117.
14. Roldán, G.; Builes, J.; Trujillo, C.M.; Suárez, M. 1973. Efectos de la contaminación industrial y doméstica sobre la fauna bética del río Medellín. Actualidades Biológicas 2:54-64.
15. Ross, H.H. 1967. The evolution and past dispersal of the Trichoptera. Ann. Rev. Entomol. 12:169-206.
16. Quintero, A.; Rojas, A.M. 1986. Contribución al estudio de insectos de aguas corrientes en ríos y quebradas de Farallones de Cali (O. Trichoptera) Tesis. Universidad del Valle, Cali.
17. Zúñiga de Cardoso, M.C. 1984. Evaluación de cuerpos de agua mediante el uso de indicadores biológicos de calidad. Departamento Proc. Quim y Biol. Sección Saneamiento Ambiental. Universidad del Valle. Cali, 109 p.

MADUREZ SEXUAL EN MACHOS DE *Apis mellifera* DE ORIGEN MATERNO DIFERENTE

Guiomar Nates Parra;
Silvia Acevedo*

RESUMEN

Cuando la reina de una colonia de *Apis mellifera* muere, las obreras pueden reponerla si hay cría disponible, se tornan ponedoras, producen huevos no fecundados y por tanto haploides, que darán origen a machos. Los machos también pueden ser originados a partir de una reina cuando pone huevos sin fecundar. Los zánganos hijos de reina presentan algunas diferencias notables respecto a aquellos zánganos hijos de obrera, como por ejemplo, su tamaño, peso y madurez sexual. En este último aspecto se presentaron diferencias entre los distintos tipos de zánganos en cuanto a: 1. Edad de iniciación de la migración de espermatozoides de los testículos a las vesículas seminales (ZHRJ y ZHRZ a partir del cuarto día de vida y ZHOP a partir del quinto día de edad). 2. Edad a la cual alcanzan el número máximo de espermatozoides (10 días para ZHRJ y ZHRZ y 12 días para ZHOP). 3. Promedio de espermatozoides (ZHR): $9'291.250 \pm 158.000$; ZHRZ: $7'557.500 \pm 107.750$; ZHOP: $7'376.250 \pm 122.602$). También se comprobó la existencia de una relación entre la iniciación de migración de espermatozoides y la iniciación de vuelos en los machos. Según estos datos, es recomendable utilizar zánganos hijos de reina jóvenes en trabajos de genética que requieran apareamientos controlados ya que ésto garantiza una mayor vida útil a la reina. La edad óptima está entre los 10 y 12 días de vida, después, el número de espermatozoides decrece notablemente.

* Bióloga, Profesora Asociada, Dpto. Biología Universidad Nacional, Bogotá.
Bióloga, Depto. Biología Universidad Nacional, Bogotá.

INTRODUCCION

En una colmena de abejas altamente Eusociales (*Apis*, *Melipona*, *Trigona*) existe un equilibrio entre las actividades que ejercen los miembros de la colonia, así: la reina desempeña su principal función: poner huevos, también coordina las actividades de las obreras y mantiene la cohesión de la colonia. Las obreras realizan todas las actividades concernientes al buen funcionamiento de la población de la colonia, desarrollan cada actividad de acuerdo a su edad y según su desarrollo glandular. Las obreras normalmente no ponen huevos en presencia de la reina, o si lo hacen, estos son huevos tróficos que servirán para alimentación de la reina. Por último, los machos fecundan a las reinas vírgenes, de esta forma contribuyen a la supervivencia de la especie. La permanencia de los machos en la colmena está supeditada a las condiciones de bonanza de la misma.

Los zánganos pueden originarse de dos formas distintas: A partir de huevos haploides (sin fecundar) puestos por la reina o de huevos haploides puestos por las obreras. En el primer caso, los machos se desarrollan en celdas más grandes que las utilizadas para las hembras que son de tamaño normal. El segundo caso, se da cuando una colmena queda huérfana por mucho tiempo; los machos son de menor tamaño que los anteriores debido a su desarrollo en celdas de hembras, las cuales son más pequeñas.

En *Apis mellifera*, los zánganos hijos de obreras ponedoras presentan notables diferencias con aquellos hijos de reinas, no sólo por su origen, sino por

las condiciones anómalas en las que transcurre la vida de una colmena huérfana. A simple vista se pueden observar diferencias en cuanto a tamaño, pero respecto a otras características de comportamiento o de madurez sexual son muy pocos los estudios comparativos existentes.

Estudios sobre madurez sexual han sido realizados por diferentes autores, pero casi que exclusivamente sobre zánganos hijos de reinas. Así, Mackensen y Roberts (9), Jaycox (6), Gonçalves (5), están de acuerdo en que los zánganos se tornan maduros sexualmente a partir de los 8 a 10 días de vida. Engler (3) y Ruttner (11), verificaron que los machos alcanzan su madurez entre los 12 y 16 días de edad. Garófalo (4) comprobó en el Brasil, que los machos de *Apis mellifera* están aptos para fecundar a una reina a partir de los 10 días de edad. Millen (10), considera que a partir de los 7 días los machos están sexualmente maduros. Kepena (7) afirma que hasta los 23 días alcanzan su madurez, y por su parte Kurennoi (8) dice que 20 días es la edad apropiada. Se observa entonces, que los datos obtenidos por los diferentes autores son variados, debido posiblemente a las técnicas usadas, las condiciones de la colmena o las condiciones ambientales del lugar donde se haya llevado a cabo el trabajo.

En cuanto a número de espermatozoides, los datos existentes también son bien diferentes, mostrando valores desde 6 millones en promedio según Woyke (12) hasta 11 millones, como lo afirma Camargo (1).

Teniendo en cuenta estas razones se

quiso realizar un trabajo que mostrara el número de espermatozoides para los zánganos de *Apis mellifera* en condiciones de la Sabana de Bogotá, la edad de migración y su viabilidad, mediante la comparación de tres tipos de zánganos clasificados según su origen materno.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron zánganos provenientes de tres tipos de colmenas:

1. Colmena con reina joven (hasta de un año de edad).
2. Colmena con reina vieja (mayor de un año y medio).
3. Colmena huérfana con obreras ponedoras.

MIGRACION DE ESPERMATOZOIDES

Se extrajeron las vesículas seminales a machos de 1 a 19 días de edad, con el fin de determinar la edad promedio en que el esperma ha migrado desde los testículos a las vesículas. El conteo de espermatozoides se hizo en 6 zánganos por cada edad para un total de 114 machos de cada tipo de colmena.

NUMERO DE ESPERMATOZOIDES

Se contaron espermatozoides a 40 zánganos adultos tomados a la entrada de cada colmena o regresando de vuelo, para un total de 120 individuos. Las vesículas seminales de cada macho se maceraron en un cm^3 de suero fisiológico, añadiendo más suero hasta alcanzar un volumen de 10 cm^3 . Dos o tres gotas de este preparado se colocó sobre una cámara de Neubauer donde se realizó el conteo, siguiendo la metodología utilizada para contar glóbulos rojos.

VIABILIDAD DE LOS ESPERMATOZOIDES

Se utilizaron 12 zánganos colectados a la entrada de cada colmena o de regreso de sus vuelos. Se aplicó el método de Zemjanis (13) en el cual se valora el modelo de ondas microscópicas

en una gota espesa de semen y se observa su motilidad en una gota de semen diluido.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se observa en la Tabla 1 se presentan diferencias importantes en cuanto a edad de migración y número de espermatozoides presentes en los diferentes tipos de machos. En los zánganos hijos de obreras ponedoras (ZHOP), la iniciación de la migración se da un día más tarde que en los zánganos hijos de reina y, además, el número de espermatozoides que migra ese primer día es menor. En general, la migración es más lenta, alcanzando el número máximo hacia los 10 días, con un promedio de 11'841.666 espermatozoides para los zánganos hijos de reinas joven (ZHRJ) y de 9'325.000 para los zánganos hijos de reina zanganera (ZHRZ).

Si se tiene en cuenta que la tempera-

tura ejerce una marcada influencia en la migración de los espermatozoides de los testículos a las vesículas seminales como lo afirman Connor (2) y Ruttner (11), se puede sugerir una explicación del porqué hay un retardo en la migración de los espermatozoides en los zánganos hijos de obreras ponedoras: en una colmena huérfana, la población se va reduciendo a medida que pasa el tiempo, en consecuencia ella se va tornando cada vez más fría porque no hay suficiente número de abejas para mantener la temperatura interna; según Jaycox (6) cuando se reduce la temperatura, la madurez sexual en zánganos hijos de reina, se retarda, así: a 31°C la madurez sería ligeramente retardada, a 28°C muy retardada, a 34°C los machos alcanzan su madurez de forma normal. Por esta razón es que no sólo se presenta una mayor lentitud en la migración sino un menor número de espermatozoides; de todas formas es necesario realizar trabajos específicos sobre la influencia de la tempera-

TABLA 1. Migración de espermatozoides y actividad de vuelo en machos de *Apis mellifera*. ZHRJ: Zánganos hijos de reina joven. ZHRZ: Zánganos hijos de reina zanganera ZHOP: Zánganos hijos de obrera ponedora.

ACTIVIDADES	ZHRJ	ZHRZ	ZHOP
Edad de migración de espermatozoides (días)	4	4	5
Edad del número máximo de espermatozoides (días)	10	10	12
Número máximo de espermatozoides	11.841.000	9.325.000	7.975.000
Número promedio de espermatozoides	9.291.250	7.557.500	7.376.250
Edad inicio vuelos (días)	4	4	5
Número máximo de vuelos	6	6	5
Edad del número máximo de vuelos (días)	9	9	10
Duración media de cada vuelo (Minutos)	19.04	18.11	14.43
Período de reposo	menor	menor	mayor

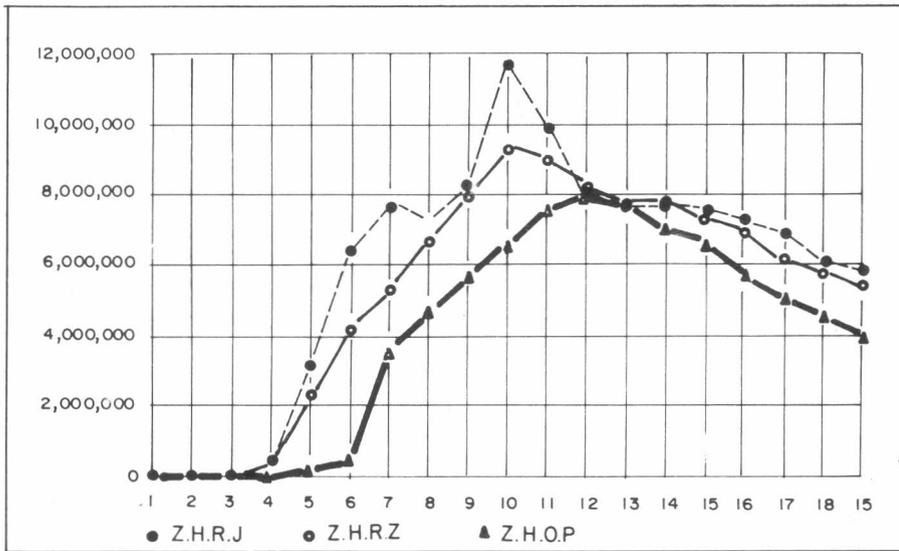


FIGURA 1. Migración de espermatozoides en machos de *Apis mellifera* ZHRJ: Zánganos hijos de reina joven. ZHRZ: Zánganos hijos de reina zanganera. ZHOP: Zánganos hijos de obrera ponedora.

tura en estos procesos en colmenas huérfanas.

Observando la Figura 1, se puede apreciar que después de haber llegado al número máximo de espermatozoides, hay una visible disminución para los tres tipos de zánganos, de manera que cuando éstos tienen 19 días de edad su número es bastante reducido. Estos datos no son concordantes con los de Kepena (7) y Kurennoi (8) quienes afirman que sólo a los 23 y 20 días respectivamente, los machos llegan al máximo de madurez sexual. Los datos de este estudio se aproximan más a aquellos de Garófalo (4) quien informa que a los 10 días los zánganos están sexualmente maduros.

Relacionando la actividad de vuelo y la migración de espermatozoides, se puede afirmar que la iniciación de la migración coincide con el tiempo en que los zánganos comienzan sus vuelos; de manera que cuando la iniciación de los vuelos se retarda, la migración de espermatozoides también, como en el caso de los zánganos hijos de obrera ponedora. En otras palabras, la actividad física de los machos está muy relacionada con la migración de los espermatozoides como lo afirma Garófalo (4).

La única variable en la cual se encontraron semejanzas entre los zánganos hijos de obreras ponedoras y aquellos hijos de reina zanganera, fue en lo relacionado con el promedio del número de espermatozoides, según se observa en la Tabla 1.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio tienen aplicabilidad cuando se pretendan realizar trabajos de genética y selección en los que se utilice la técnica de inseminación instrumental, ya sea con fines investigativos o comerciales.

Para las condiciones de la Sabana de Bogotá, se encontró que el tipo de macho que más se recomienda utilizar como padre para garantizar reinas con una vida útil mayor, son los zánganos hijos de reinas jóvenes, entre 10 y 11 días de edad. Conocer estos datos permite que las inseminaciones artificiales sean más exitosas y eficientes. Además se abre una puerta en la investigación de la genética de los machos haploides hijos de obreras ponedoras, que al ser producidos en condiciones anómalas de las colmenas, presentan tantas diferencias con los machos normales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Camargo, C.A. 1972. Aspectos da reprodução dos apídeos sociais, Facultad de Medicina Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, Brasil.
- Connor, L. 1981. Studies of the Honey Bee Drones: Banks of different sorts, Hamilton, Illinois. 121: 409-411.
- Engler, E. 1967. Zur paarungsbiologie der Drohnen (The mating biology of drones), A. Alg. dt. Imkerzyg. 1:113-117 Trad.
- Garófalo, C.A. 1972. Comportamiento e maturidade sexual de zangões de *Apis mellifera adansonii*, Homenagem a Warwick E. Kerr. 177-185. Rio Claro, Brasil.
- Goncalves, L.S. 1970. Análise genética do cruzamento entre *Apis mellifera ligustica* e *Apis mellifera adansonii*, Tesis. Facultad de Medicina, Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, Brasil.
- Jaycox, E.R. 1964. The effects of various food and temperatures on sexual maturity of the drone honey bee (*Apis mellifera*), Ann. Entomol. Soc. Am. 54: 519-523.
- Kepena, L. 1963. Biological observations on drone rearing, Apicultural Abstrac 102-166.
- Kurennoi, M.N. 1963. When are drones sexually matures? Bee World 35:99.
- Mackensen, O.; Roberts, W.C. 1948. A manual for the artificial insemination of queen bees, U.S.D.A. Bull Ent. and Plant Quart. Et-250.33 p.
- Millen, T.W. 1939. Comparative studies of drone progeny of queen bees and laying workers, Annual Entomological Society of America. 54:519-523.
- Rüttner, F. 1964. Zur technik und anwendung der kunstlichen besanung der brennenkonigin, Z. Bienenforsch 7: 25-34.
- Woyke, J. 1967. Rearing conditions and number of sperm reaching the queen spermateca, In: Beekeeping Congress, 21, s.n.t.
- Zemjanis, D. 1966. Reproducción animal diagnóstico y técnicas terapéuticas, México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional.