

ESTUDIOS SOBRE LA BIOLOGIA, MORFOLOGIA Y ESTERILIZACION
DEL TORSALO, Dermatobia hominis (L., Jr.)

Tesis

Por

GONZALO MOYA BORJA ✓

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro de Enseñanza e Investigación
Turrialba, Costa Rica

Setiembre, 1966

Tesis
M938



ESTUDIOS SOBRE LA BIOLOGIA, MORFOLOGIA Y ESTERILIZACION
DEL TORSALO, Dermatobia hominis (L., Jr.)

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA

K P Katiyar

Kamta P. Katiyar, Ph.D.

Consejero

Leonce Bonnefil

Leonce Bonnefil, M. S.

Comité

Gerardo Budowski

Gerardo Budowski, Ph. D.

Comité

Pierre G. Sylvain

Pierre G. Sylvain, Ph. D.

Comité

John K. Knoke, Ph. D.

- Comité

Setiembre, 1966



A Luz Victoria

A Mario Patricio

A Gonzalo Efraín



AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Consejero Principal, Dr. Kamta P. Katiyar, por su constante orientación en el planeamiento y ejecución del presente trabajo. A los miembros del Comité Consejero, Doctores Gerardo Budowski, Pierre G. Sylvain, Leonce Bonnefil y John K. Knoke.

Al Ing. Francisco Ferrer por su ayuda en los trabajos de campo y de laboratorio.

Al Ing. Juan J. Alán por sus dibujos.

Al Ing. Julio Molineros por sus fotografías.

El autor también expresa su agradecimiento a las siguientes Instituciones, Programa de Energía Nuclear y Organización de los Estados Americanos, por haberle proporcionado la oportunidad de realizar la presente investigación.



BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Píllaro, Provincia de Tungurahua, Ecuador, en el año 1935.

Sus estudios universitarios los hizo en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja, graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1961. En esta Facultad trabajó como Profesor de 1961 a 1963.

Realizó estudios posgraduados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, desde octubre de 1963 hasta diciembre de 1965, mediante una beca concedida por el Programa de Energía Nuclear y la Organización de los Estados Americanos.



TABLA DE CONTENIDO

	Página N°
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	2
1. Historia	2
2. Sinonimia	2
3. Nombres vulgares	3
4. Clasificación sistemática	4
5. Distribución	4
6. Importancia económica	5
7. Huéspedes	6
8. Biología y ciclo de vida	6
a) Oviposición	6
b) Vectores	8
c) Estado larval	11
d) Estado pupal	14
e) Estado adulto	14
f) Ciclo de vida	15
MATERIALES Y METODOS	16
A. Biología	16
1. Obtención de huevos	16
2. Estado larval	16
a) Duración	16
b) Número de estadios larvales y duración de cada uno .	17

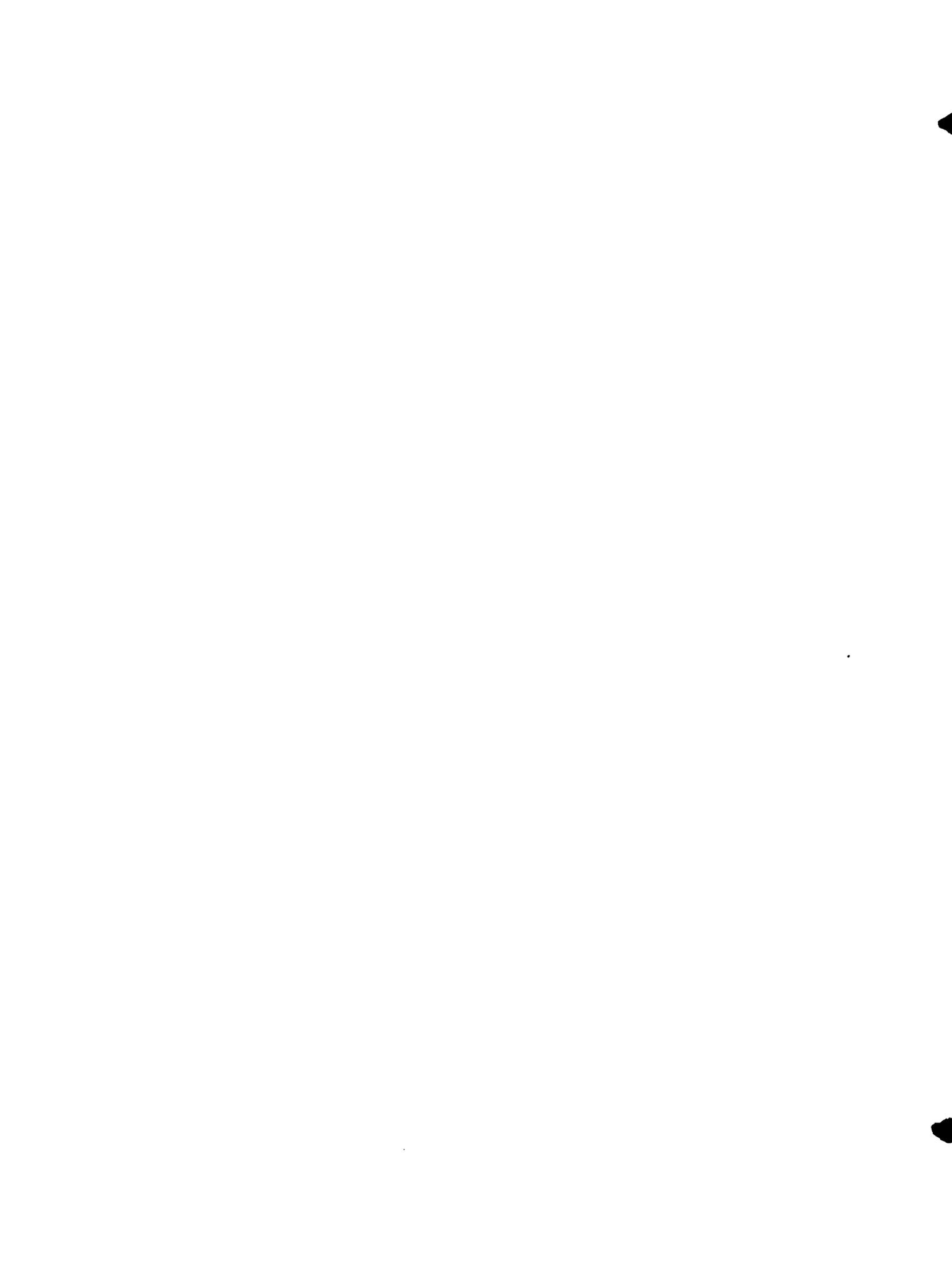
	Página N°
3. Estado pupal	18
4. Estado adulto	19
a) Longevidad	19
b) Oviposición	19
B. Efecto de la humedad relativa y de la temperatura sobre la <u>eclo-</u> sión de los huevos y el período de incubación	19
C. Efecto de la humedad relativa en el período pupal y en la emer- cia de adultos	20
D. Efecto de la radiación gamma en la fertilidad de los adultos .	21
RESULTADOS Y DISCUSION	23
A. Biología	23
1. Estado de huevo	23
2. Estado larval	23
a) Duración	23
b) Número de estadios larvales y duración de cada uno .	23
c) Características morfológicas para distinguir los diferentes estadios larvales	26
3. Estado pupal	34
4. Estado adulto	38
a) Longevidad	38
b) Oviposición	38
B. Efecto de la humedad relativa y de la temperatura sobre el por- centaje de eclosión y el período de incubación de los huevos ..	44
C. Efecto de la humedad relativa en el porcentaje de emergencia de de adultos y en el período pupal	47

	Página N°
D. Efecto de radiación gamma en la fertilidad de los adultos	48
CONCLUSIONES	52
RESUMEN	54
SUMMARY	56
LITERATURA CITADA	58
APENDICE	62

LISTA DE CUADROS

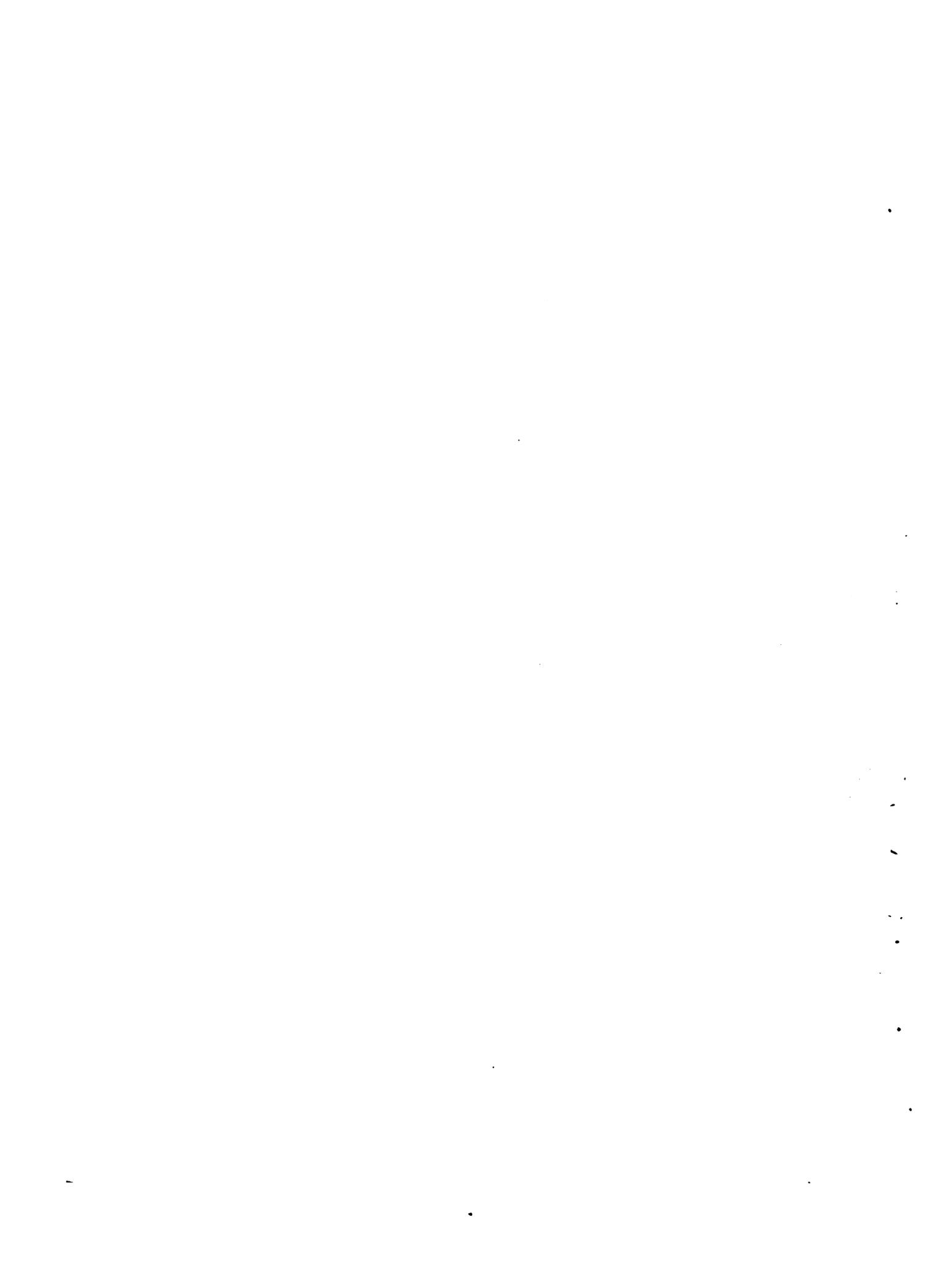
Cuadro N°		Página N°
1	Duración del estado larval de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) sobre cobayos	24
2	Longitudes promedias de los ganchos bucales y de los esque- letos cefalofaríngeales de los tres estadios larvales de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	25
3	Número de macroespinas presentes en los cuatro primeros seg- mentos abdominales de las larvas de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	33
4	Período pupal de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) cuyas larvas fueron criadas sobre cobayos	35
5	Período pupal de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.), cuyas larvas fueron criadas sobre ganado bovino	36
6	Período pupal de los machos y hembras de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.), cuyas larvas fueron extraídas de ganado bovino .	37
7	Longevidad de los adultos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) en condiciones de cautividad	39
8	Número de huevos colocados, en condiciones de cautividad, por <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) sobre dos especies de vec- tores (<u>Musca domestica</u> L. y <u>Ceratitis capitata</u> Wied.)	43
9	Fertilidad de los huevos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) provenientes de oviposiciones sobre <u>Musca domestica</u> L. y <u>Ceratitis capitata</u> Wied..	44

Cuadro N°		Página N°
10	Efecto de la humedad relativa en el porcentaje de eclosión y en el período de incubación de los huevos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	46
11	Efecto de la temperatura en el porcentaje de eclosión y en el período de incubación de los huevos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	46
12	Efecto de la humedad relativa en el período pupal y en la emergencia de adultos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	48
13	Efecto de la radiación gamma sobre la fertilidad de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	50



LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Duración de los diferentes estadios larvales de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	27
2	Larva del primer estadio de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	28
3	Larva del segundo estadio de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	29
4	Larva del tercer estadio de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	30
5	Distribución de las espinas de los cuatro primeros segmentos abdominales de los tres estadios larvales de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.)	32
6	Adultos de <u>Musca domestica</u> L. y de <u>Ceratitis capitata</u> Wied. llevando huevos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) sobre el abdomen	40
7	Adultos de <u>Musca domestica</u> L. y de <u>Ceratitis capitata</u> Wied. llevando huevos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) sobre la cabeza y el ala respectivamente	41
8	Adultos de <u>Dermatobia hominis</u> (L., Jr.) con huevos sobre el abdomen y la cabeza, colocados por una hembra de la misma especie	42



INTRODUCCION

El tórsalo, Dermatobia hominis (L., Jr.) es considerado como uno de los parásitos de mayor importancia económica en la industria ganadera de América Latina. Solamente en Centroamérica y Panamá las pérdidas alcanzan a cuatro millones de dólares por año (4).

Cuando la larva de este díptero se encuentra en el tejido sucutáneo de los animales, la mayoría de las pieles quedan inutilizadas y la producción de leche y carne disminuyen. En las zonas de infestación alta, inclusive el hombre es atacado por este parásito, causándolo una dolorosa miasis.

A pesar de la importancia económica de este insecto, los trabajos sobre su biología son escasos. Todavía existe divergencia de opiniones en cuanto al número de estadios larvales y las condiciones óptimas para el desarrollo de los diferentes estados del insecto son poco conocidas. Así mismo, el control químico de este parásito no es satisfactorio. Por esta razón debe pensarse en métodos modernos de combate, tales como la esterilización de machos con radiación gamma, ya que la información disponible sobre la biología y ecología de este insecto ofrecen aspectos promisorios para el uso de esta técnica.

El presente estudio realizado en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, de febrero a noviembre de 1965, tuvo los siguientes objetivos principales:

1. Estudiar la biología de D. hominis y especialmente determinar el número y duración de los estadios larvales.
2. Evaluar el efecto de la humedad relativa y de la temperatura en el desarrollo de los huevos y de las pupas.
3. Observar el efecto de la radiación gamma en la fertilidad de los adultos.

REVISION DE LITERATURA

1. Historia

Desde hace mucho tiempo, los primeros exploradores y científicos que visitaron las regiones de América tropical, ya conocieron el ataque de Dermatobia hominis al hombre y a los animales. De la Condamine, en un viaje realizado por Sud América a comienzos del siglo XVIII, observó que los indios Maynas de Cayenne estaban infestados por este parásito (11).

La primera descripción de este díptero fue hecha por Linnaeus Jr. en 1781, bajo el nombre de Oestris hominis, el mismo que más tarde fue conocido como Dermatobia hominis (L., Jr.). Macquart, en 1843, describió la Dermatobia cyaniventris y dos años más tarde, en 1845 Goudot estudió larvas caídas de vacas infestadas y las llamó Cuterebra noxialis, especie que se llamara en 1886, Dermatobia noxialis cuando Brauer hizo la distinción de los géneros Cuterebra y Dermatobia (49). Hope, citado por Neel (31), en 1837, al estudiar larvas extraídas del hombre enviadas desde Trinidad, describió al insecto como Oestris guildingui. Say, citado por Creighton y Neel (14) estudió una larva de Dermatobia que recibió de Sud América y señaló que no era un estado inmaduro de Oestris guildingui como lo había sugerido Bracy Clarke.

Después de un concienzudo estudio, Blanchard (10,11) concluyó que existe en América Latina una sola especie y que actualmente se conoce como Dermatobia hominis (L., Jr.).

2. Sinonimia

Sambón, citado por Creighton y Neel (14), en 1915 resumió la sinonimia de este parásito de la siguiente manera:

- 1781: Oestris hominis Linn., Jr.
1805: Oestris humanus Humbold y Bompland.
1822: Cutebra hominis (error tipográfico de Cuterebra) (Lin.Jr.) Say.
1837: Oestris guildingui Hope
1843: Dermatobia cyaniventris Macquart.
1845: Cuterebra noxialis Goudot.
1860: Dermatobia noxialis Goudot.
1896: Dermatobia mexicana Serna
1903: Dermatobia hominis (Linn. jun; 1781, no Say 1822) Ward.
1906: Dermatobia noxialis Duprey.

En la actualidad, el nombre aceptado por la mayoría de los investigadores es Dermatobia hominis (L., Jr.)

3. Nombres vulgares

Los nombres vernaculares con los que se conoce a D. hominis en los distintos países de América Latina según Neel y colaboradores (32) son:

Berne	Brasil
Boro	Bolivia
Colmoyote	Guatemala
Gusano de monte, gusano de macaco, gusano peludo, gusano de mosquito	Venezuela y Guayana Holandesa
Mirunta	Perú
Moyocuil o madre de gusano	México
Nuche o gusano de zancudo	Colombia
Tórsalo, raramente torcel	Costa Rica, Panamá, Nicaragua y Honduras.
Tupe	Ecuador
Ura	Argentina, Uruguay y Paraguay
Ver Macaque	Guayana Francesa

En la literatura en inglés se conoce como Tropical warble fly, Human botfly (18,21).

4. Clasificación sistemática

La clasificación sistemática según Borrór y DeLong (12) es la siguiente:

Filum: Artrópoda
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: Cuterebridae
Género: Dermatobia
Especie: hominis

5. Distribución

En general, el tórsalo D. hominis, se encuentra ampliamente distribuido en las zonas húmedas de América Tropical, desde el sur de México hasta el norte de Argentina. Chile es el único país de América Latina libre de infestación de este parásito (19).

A continuación se indican las zonas dentro de cada país, donde se ha informado del ataque de D. hominis.

Argentina: Misiones, Tucumán, Santa Fe y Jujuy (21,27,36,39).

Bolivia: (19,33).

Brasil: Amazonas, Bahía, Espiritu Santo, Goias, Minas Gerais (especialmente Río das Velhas), Río de Janeiro, Sao Paulo (19,14,21,42).

Colombia: Antioquia, Cauca, Magdalena (Río Magdalena y Sierra Nevada de Santa Marta), Meta, Tolima, Valle de San Jorge (8,14,19,21).

Costa Rica: Provincias de Alajuela, Heredia, Limón, Cartago, Puntarenas y Guanacaste (2,3,19,29,32,37,47).

Ecuador: Loja, Manabí, Guayas, Santo Domingo (19,21,32).

El Salvador: (32).

Guatemala: Quirigua, Chimaltenango y la zona costanera (13,14,15,21).

Guayanas: (14,21).

Honduras: Atlántica, Choluteca, Colón, Cortés, Francisco Morazán, Olancho,
El Paraíso, Yoro, Comayagua (3,14,21,24,35).

Honduras Británica: Zona costanera (14,21).

México: Campeche, Chiapas, Hidalgo, Elota, Michoacán, Oaxaca, San Luis
Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tehuantepec, Veracruz, Yucatán (14,
19,22).

Nicaragua: Este del Lago Nicaragua (3,19).

Panamá: Provincias del Noroeste (3,14,18,19,21).

Paraguay: Alto Paraná (3,19,21,36).

Perú: Amazonas, Pangoa, Valle de Madre de Dios (14,19,21,32,33).

Trinidad: (48).

Uruguay: (19).

Venezuela: Apure, Aragua de Barcelona, Barinas, Portuguesa, Anzoátegui,
Monagas, Chama, Guárico, Sur del Orinoco (14,19,21,28).

Dentro de cada país, el parásito tiende a localizarse en determinadas regiones que tienen temperaturas moderadamente altas, lluvias de medianas a abundantes y vegetación densa. Neel y colaboradores (32) creen que los climas más adecuados para el cultivo del café, son los climas más propicios para el desarrollo del tór_salo y citan las zonas cafeteras de Colombia y Costa Rica como ejemplos. En zonas montañosas el ataque de D. hominis al ganado ocurre, en general, entre los 400 a 1.500 metros sobre el nivel del mar; sin embargo, Neiva y Gómez (33) citan casos de tór_salo a más de 3.000 metros en Bolivia y Perú.

6. Importancia Económica

En zonas de infestación alta, D. hominis ataca al hombre y a un gran número



de animales domésticos y salvajes ocasionándoles graves daños. Andrade (5) informó que el 44% de 819 personas que vivían cerca de los bosques de eucaliptus de Sao Paulo, Brasil, estaban infestadas. Este mismo autor informó que la infestación en esa misma zona fue de 100% para el ganado vacuno, 9.3% para el caballar, 17% para el mular, 5% para el asnal y 12.3% para el porcino.

Las pérdidas ocasionadas por el ataque de D. hominis al ganado bovino, en Centro América y Panamá se ha calculado en 4 millones de dólares por año (2,4). Matta (26) señaló que en el Brasil, dependiendo de las zonas, las pieles del ganado pueden ser dañadas de 5 a 75%. Estimaciones realizadas en Costa Rica por Morales (29), revelaron que una tercera parte de la población el ganado está infestada y que más del 30 al 35% de las pieles son dañadas.

7. Huéspedes

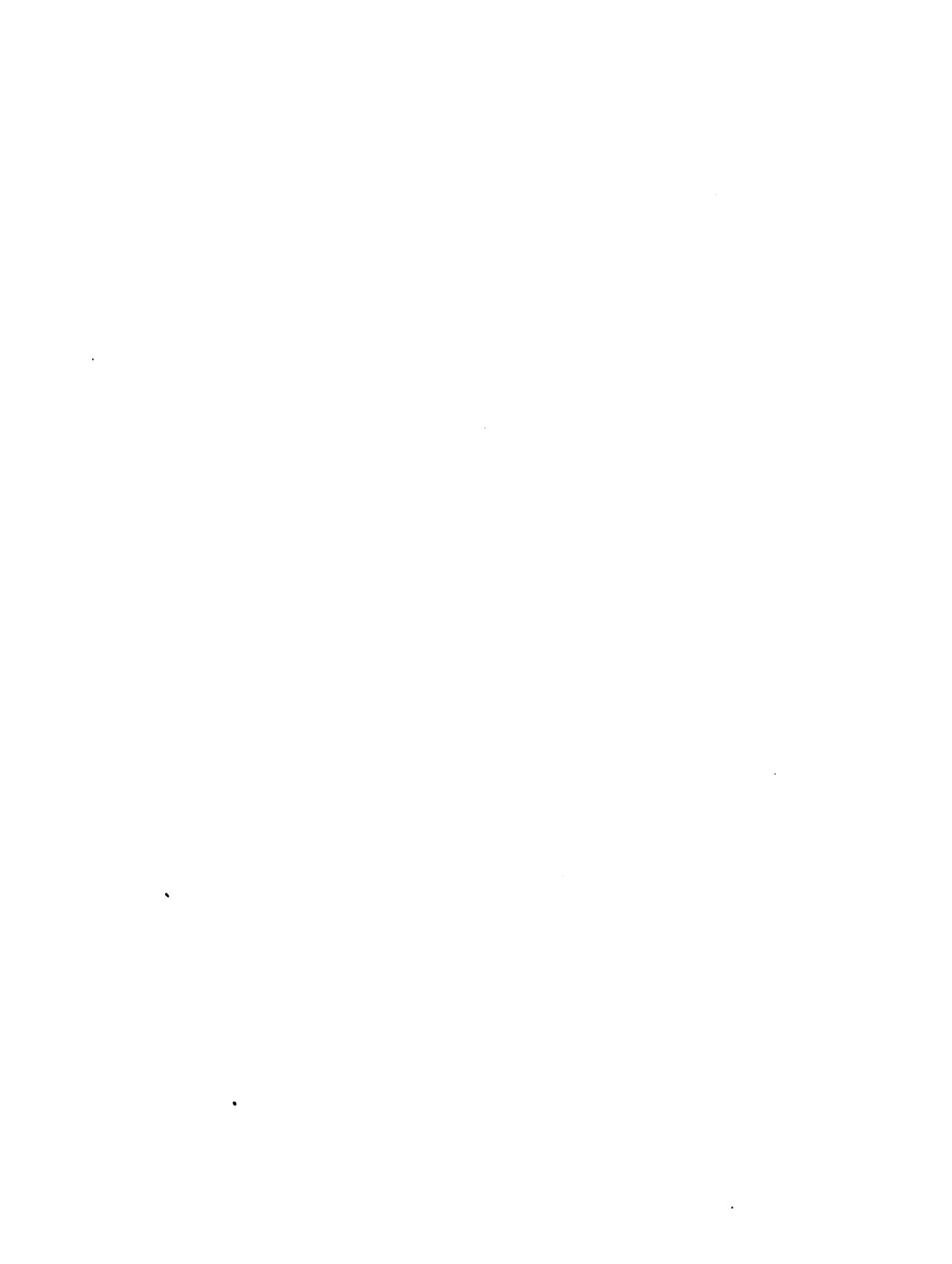
El ganado bovino es el principal hospedero de D. hominis. Según Berg (9) en zonas de infestación densa logró contar hasta mil larvas por cada flanco del animal. Creighton y Neel (14) señaló la siguiente lista de huéspedes: vacunos (Bos taurus), cerdos (Sus scrofa), cabras (Capra hircus), ovejas (Ovis aries), gatos (Felis libyca), perros (Canis familiaris) y mulas (Equus asinus x E. caballus). Monos: capuchinos (Cebus sp.), carmelita negro chillón (Alouatta polliata - nigra - inconsonaus), chillón (Mycetes - Alouatta - ursinas). Felinos: jaguar (Felis onca), puma (Felis concolor). Ciervos: gamo (Cariacus rufus). Roedores: cobayos (Dasyprocta punctata isthmica; Dasyprocta punctata muchalis; y Dasyprocta punctata dariensis). Aves: pavos (Meleagris sp.); Tucán (Ramphastos tocard); pájaros hormigueros (Formicariinae); gallinas (Gallus domesticus). En zonas de infestación alta el hombre también es fuertemente atacado por este parásito (5).

8. Biología y Ciclo de Vida

a) Oviposición

A pesar de que los adultos de D. hominis, fueron descritas por primera vez en 1781, los hábitos de oviposición permanecieron desconocidos por más de un siglo. Se creía que los huevos eran puestos directamente sobre el hospedero, debido a que Lutz (25) observó una Dermatobia sobre un caballo en posición de ovipositar. Pero en 1911, fue Morales, citado por Neiva y Gómez (33) el primero en descubrir que los huevos de D. hominis son transportados a los hospederos por medio de mosquitos y reprodujo experimentalmente adultos con larvas obtenidas de esos huevos. En el mismo año Tobar, citado por Newstead y Potts (34), hizo observaciones similares, pero estas fueron dadas a conocer por González Rincones en 1913. Sin embargo, por la misma época Surcouf y González, ambos citados por Neiva y Gómez (33), emitieron la hipótesis de que las hembras adultas de D. hominis ponen sus huevos sobre las hojas y que de ahí pasan al abdomen de los mosquitos (gracias a la sustancia pegajosa que recubre a los huevos) cuando éstos se posan sobre las hojas.

Con los trabajos hechos por Neiva y Gómez (33), la controversia sobre el hábito de oviposición de D. hominis quedó aclarada definitivamente, ya que estos autores observaron oviposición de las hembras de D. hominis sobre insectos vectores, tanto en el campo como en el laboratorio. Por otra parte, Bates (8) en Colombia, hizo observaciones minuciosas sobre el hábito de postura y describió de la siguiente manera: Cuando la hembra adulta esta lista para ovipositar, parece sentirse atraída por los animales de sangre caliente. Observé a una hembra de D. hominis poniendo huevos sobre las hembras adultas de la familia Muscidae. La hembra adulta de D. hominis efectuaba vuelos cortos parándose sobre cualquiera de los costados del animal huésped. Los huéspedes cautivos eran tomados por la hembra cuando se encontraban aproximadamente a un centímetro de distancia. Eran cogidos en el aire y sujetados fuertemente bajo el tórax mientras se depositaban los huevos. El proceso tomó aproximadamente un minuto. La hembra adulta no coge insectos inmóviles y prefiere los de tamaño mediano en movimiento. El huésped cautivo es sujetado con el



dorso apretado contra el tórax de la hembra Dermatobia teniendo la cabeza dirigida hacia adelante. Los huevos son depositados rápidamente en el abdomen del huésped cautivo. Townsend (45) sugirió que las hembras de D. hominis capturan a sus vectores llevados por un tropismo olfatorio.

Varios autores (29,32,33) observaron que los huevos de D. hominis se hallan pegados más frecuentemente al lado anterior ventral o lateral del abdomen del vector; sin embargo, Zepeda, citado por Knab (23), encontró huevos del parásito sobre el protórax, cabeza, antenas y patas del insecto vector. Casos raros de oviposición de D. hominis sobre adultos de la misma especie fueron señalados por Neiva y Gómez y Zeledón (33,51).

Las hembras adultas empiezan a ovipositar a los dos días de edad (35,43) y durante su vida pueden poner 250 huevos según Athanasoff (7), 400 según Squibb (42) y 900 según Ribeiro (40). Los huevos son de color blanquecino y miden de 2-3 mm de largo por 0.7-0.8 mm de ancho (31). Están recubiertos por una sustancia pegajosa que se solidifica inmediatamente en contacto con el aire y es insoluble en agua y alcohol (23). Se ha calculado que el 25 al 50% de los huevos puestos por las hembras adultas de D. hominis son infértiles (31,35).

Se han señalado los siguientes períodos de incubación de los huevos:

5 días,	Koone y Banegas (24)
6 días,	Neiva y Gómez (33)
7 días,	Vivas-Berthier (49)
8 - 9 días,	Zeledón (52)
5 -12 días,	Toledo (43)
5 -15 días,	James (21)

b) Vectores

Una lista de los vectores de huevos de D. hominis en América Latina fue presentada en 1955 por Neel y colaboradores (32). La lista indicada a continuación fue



actualizada por Artigas y Serra (6) en 1965.

1. Culicidae:

Anopheles (Arribalzagia) intermedius Chagas

Anopheles (Kertzsia) boliviensis Theobald

Aedes (Ochlerotatus) angustivittatus Dyar et Knab

Aedes (Ochlerotatus) serratus Theobald

Aedes (Ochlerotatus) taeniorhynchus Wiedmann

Aedes (Finlayia) leucocaelenus Dyar et Shannon

Culex sp.

Culicini sp.

Haemagogus capricornii

Mansonia sp.

Mansonia (Rhynchotaenia) fasciolata Arribalzagia

Mansonia (Mansonia) titillans Walker

Psorophora sp.

Psorophora (Grabhamia) cingulata Fabricius

Psorophora (Janthinosoma) albipes Theobald

Psorophora (Janthinosoma) cyanescens Coquillett

Psorophora (Janthinosoma) ferox Humboldt

Psorophora (Janthinosoma) lutzi Theobald

Trichoprosopon (Rhunchomyia) longipes Fabricius

Wyeomyia sp.

Wyeomyia (Dendromyia) confusa Lutz

Wyeomyia (Davismyia) petrocchia Shannon et Del Ponte

2. Anthomyiidae:

Antomyia lindigii Schiner

Fannia sp.

Fannia heydenii Wiedmann

Fannia penicillaris Stein

Fannia petrocchia

Fannia scalaris Fabricius

Limnophora sp.

3. Simuliidae:

Simulium pruinosum Lutz

4. Muscidae:

Morellia sp.

Parapyrellia humeralis Stein

Promusca sp.

Sarcopromusca arcuata Townsend

Stomoxys calcitrans L.

Synthesyomyia nudiseta van der Vulp

Sarcopromusca pruna Shannon et Del Ponte

Pselaphephila sp.

Neivamyia lutzi Pinto y Fonseca

Musca domestica L.

5. Calliphoridae:

Cochliomyia macellaria Fabricius

6. Tabanidae:

Chrysops sp.

Recientes estudios realizados en Honduras (35) también señalan como vectores a Haematobia irritans, Sarcopromusca sarcophigina y Cyrtoneurina steine, los cua-

les pertenecen a la familia Muscidae.

Dentro de cada zona las hembras de D. hominis parecen seleccionar a sus vectores. Bates (8) trabajando en la parte baja de los Andes orientales de Colombia observó que de 822 especímenes de Psorophora ferox, 69 llevaban huevos de D. hominis (8.4%) y de 1172 Aedes serratus, 26 portaban huevos (2.2%). Así mismo notó que ninguno de los 22.116 mosquitos Anopheles rangeli examinados portaban huevos. Neel (31) en estudios realizados en Turrialba, Costa Rica, encontró que el vector más importante fue Sarcopromusca arcuata y en una proporción muy inferior, Callitroga macellaria.

En 1918, Dun (16) sugirió la posibilidad de que la garrapata (Amblyomma cajennense), pueda servir como vector de los huevos de D. hominis. Esta posibilidad ha sido rechazada por Neel y colaboradores (32) quienes enjaularon hembras adultas de D. hominis con garrapatas y no obtuvieron oviposición alguna.

c) Estado larval

Una vez que los huevos han completado su período de incubación, las larvas empiezan a asomarse por el opérculo, pero solamente cuando el vector se posa encima del hospedero de sangre caliente, las larvas son estimuladas a abandonar el huevo. Si las larvas no avanzan a salir del huevo, durante el tiempo en que el vector se hallaba sobre el hospedero, éstas vuelven a meterse. En esta forma pueden vivir de 20 a 24 días según Neiva y Gómez y Toledo (33,*3).

Cuando la larva ha sido transferida a los animales hospederos, ésta demora de 5 a 95 minutos en penetrar en la piel (17,33). La descripción más notable de este proceso fue hecha por Dunn (17) quien cultivó larvas desde su penetración hasta su salida en su propia persona.

El número de mudas por las que pasa la larva dentro del hospedero, no ha sido determinado con exactitud. Dunn (17) indicó que existen tres estadios larvales sepa

rados por dos mudas que ocurren a los 12 días la primera y a los 26 a 30 días la segunda. Sin embargo, Toledo (43) señaló que existen cuatro estadios larvales separados por tres mudas. Este autor distinguió los cuatro estadios por cambios en las dimensiones de los ganchos bucales.

Newstead y Potts (34) hicieron una buena descripción de las larvas del primer estadio. El aspecto general es más bien elíptico, de forma redonda y roma en la parte anterior, tornándose gradualmente más delgado en la parte posterior. El segmento cefálico está ligeramente revestido de diminutas espinas que parecen ser más numerosas dorsal y bilateralmente. El primer segmento torácico presenta una banda continua de espinas relativamente pequeñas y nutridas. El segundo y tercer segmentos torácicos están completamente revestidos de espinas similares. El primero, el segundo y el tercer segmentos abdominales presentan una doble serie transversal de espinas largas en la parte dorsal, y una sola serie en la parte ventral; los interespacios tienen espinas más pequeñas y estas son más numerosas en las series posteriores que en las anteriores. Del cuarto al sexto segmento inclusive no se presentan espinas. El séptimo segmento está envuelto en espinas largas, delgadas y traslúcidas. El último segmento está casi totalmente cubierto de espinas delgadas y traslúcidas. Las espinas de los segmentos torácicos y de los tres primeros segmentos abdominales están orientados hacia atrás, en tanto que las de los dos últimos segmentos están orientados hacia adelante. Esta distribución de los grupos posteriores de espinas permite a las larvas mantenerse firmemente adheridas al cascarón del huevo' después de haber emergido parcialmente. Las larvas del primer estadio miden 1,6 mm de largo y 0,3 mm de ancho (31,33).

Las larvas del segundo estadio son piriformes, debido a que los segmentos que tienen espinas se han engrosado y los segmentos lampiños se mantienen angostos (21). Las larvas mudadas al segundo estadio miden 6 mm de largo y 2-3 mm de ancho (33).

Blanchard, citado por Neel (31), hizo observaciones detalladas del cuarto estadio larval. La larva madura mide aproximadamente 25 mm de largo. La principal carac

terística de las larvas de este estadio radica en sus apófisis cuticulares segmentales. Bajo la abertura preoral hay una serie de espinas pequeñas irregulares. El primer segmento torácico lleva una banda cefálica de espinas que son más grandes que las espinas preorales y que ocurren principalmente sobre el tergito, aunque pueden existir unas pocas sobre los lados lateral y ventral del segmento. El segundo segmento torácico tiene también una banda de espinas cefálicas, las cuales son más densas en las regiones lateral y ventral de este segmento que en las mismas regiones del primer segmento. El tercer segmento torácico tiene una banda anterior y una posterior de espinas, las cuales se extienden enteramente alrededor del segmento. El primero y segundo segmentos abdominales tienen una distribución similar de las espinas a la del tercer segmento torácico. El tercer segmento abdominal tiene una continua banda cefálica, pero la banda posterior es irregular y las espinas son reducidas en número. Los últimos segmentos abdominales están generalmente desprovistos de espinas. La mayoría de las espinas de los segmentos torácicos y abdominales están dirigidas hacia atrás. Algunas espinas dirigidas hacia la parte anterior pueden encontrarse en los segmentos cefálicos y sobre el segundo y tercer segmentos abdominales.

La duración del estado larval varía de acuerdo con el huésped sobre el cual se desarrolla. Se han observado los siguientes períodos larvales:

En cobayos:	36 a 47 días (31)
	44 días (44)
En conejos:	34 días (44)
	46 días (24)
En perros:	35 a 41 días (33)
	33 días (52)
En cabras:	35 a 80 días (1)
	60 a 101 días (35)

	38 a 48 días (40)
	80 a 88 días (24)
En terneros:	35 a 42 días (24)
En vaquillas:	51 a 128 días (24)
En el hombre:	47 a 54 días (17)

d) Estado pupal

Al alcanzar la madurez la larva sale del tejido subcutáneo del hospedero en que ha vivido y cae al suelo, donde penetra para empupar. Neel y colaboradores (32), observaron que la penetración de las larvas en el suelo fué mucho más difícil en suelos secos que en húmedos.

Urbina (47) y Koone y Banegas (24) observaron que la humedad del suelo tiene marcada influencia en la emergencia de adultos de sus pupas, puesto que solamente el 1 al 3% de las larvas colocadas a empupar en suelos secos dieron adultos. En cambio en suelos húmedos el 40 al 51% de las larvas dieron adultos.

Zeledón (52) observó que el período pupal de D. hominis fue de 25 días a 26°C., de 20 días a 30°C. y que a 35°C. no hay emergencia de adultos. Toledo (43) observó en el Brasil que el período pupal cambia con la estación. En junio este período fue de 58 días, en julio 51 días y en setiembre 36 días. Dunn (17) en Panamá señaló el período pupal más corto (24 días).

e) Estado Adulto

El estado adulto de este parásito, ha sido estudiado por varios investigadores. Pero la mejor descripción es la de James (21): Es una mosca grande, que mide 15 mm de longitud. La cabeza es principalmente de color amarillo, aunque la parte superior es oscura. El tórax es de un color azul apagado y el abdomen de un color azul metálico. La arista es pectinada, la cara está profundamente deprimida y solamente con una carina vestigial. La probocis que está contenida dentro de una profunda hende-

dura, sobre el lado ventral de la cabeza, es corta y cilíndrica, con una pequeña pero evidente labela y sin palpos. Las alas y caliptras son de color pardo y las patas son principalmente amarillas. La propleura está recubierta de distintos pelos. Los pelos del abdomen excepto los de su base son muy cortos. La membrana ventral del abdomen está distintamente expuesta.

Los adultos de D. hominis no se alimentan y tienen una vida relativamente corta. Se han observado las siguientes longevidades del adulto:

- 4 días, Neel y colaboradores (32)
- 5 días, Zeledón (52)
- 6 días, Toledo (43) y Koone y Banegas (24)
- 19 días, Neiva y Gomez (33).

Toledo (43) citó el caso de una hembra adulta que vivió 5 días y depositó 726 huevos. Neiva y Gómez (33) y Zeledón (52) observaron que las parejas de adultos en cautividad copulan más de una vez. Travasos (46) describió la genitalia de este parásito.

f) Ciclo de vida:

El ciclo completo varía según las condiciones ambientales y según el hospedero donde se hayan criado las larvas. Se han reportado los siguientes datos sobre el ciclo de vida:

- 100 días, Toledo (43)
- 120 días, Adams, Castillo y Salmerón (1)
- 120 a 141 días, Neiva y Gómez (33)
- 120 a 135 días, Squibb (42)
- 106 días, Neel (30)



MATERIALES Y METODOS

A. Biología

1. Obtención de huevos

Para obtener huevos de Dermatobia hominis (L., Jr.) los adultos que iban emergiendo de sus pupas (cuyas larvas habían sido extraídas a mano de ganado bovino y llevados a empupar en arena húmeda) fueron encerradas en jaulas con moscas comunes, Musca domestica L. y con moscas del Mediterráneo, Ceratitis capitata Wied. Estas dos especies sirvieron como material de oviposición de las hembras adultas de D. hominis. No se usaron otras especies de vectores reportadas en Costa Rica (32), tales como Sarcopromusca arcuata Town. y Callitroga macellaria Fab., debido a la dificultad de conseguir estos insectos en lugares cercanos a nuestro laboratorio y a métodos apropiados de crianza. Las jaulas eran de madera (28 cm de largo, 24 cm de ancho y 26 cm de alto) y estaban cubiertas con cedazo de plástico de 16 mallas por pulgada lineal. Dentro de éstas se colocó alimento (1 parte de proteína hidrolizada tipo M y 2 partes de azúcar refinado) y un recipiente con una mecha humedecida con agua para los insectos que iban a servir como vectores. Con frecuencia, dentro de cada jaula había de 30 a 40 adultos de D. hominis y alrededor 200 insectos vectores. Este número de adultos del parásito, facilitó la cópula entre ellos. Los insectos que portaban huevos de D. hominis, reconocidos a simple vista con facilidad, fueron capturados con frascos de 7 cm de alto y 3 cm de diámetro. Para retirar estos huevos, fue necesario matar a los vectores punzándoles la cabeza con una aguja de disección, después de ser fijados al fondo de los frascos con un poco de algodón. Esta forma de matar a los vectores evitó el uso de fumigantes que podían afectar también a los huevos.

2. Estado larval

a) Duración

Con el fin de conocer la duración del estado larval, D. hominis, se infestaron 30 cobayos con larvas recién eclosionadas de huevos incubados en desecadores a 25°C. y 92,5% de humedad relativa. Con un pincel fino se colocó sobre cada cobayo de 20 a 30 larvas en diferentes partes del cuerpo. Los animales así infestados se encerraron individualmente en jaulas con pisos de malla de alambre. Debajo de cada jaula se colocó una bandeja con aserrín, donde iban cayendo las larvas que abandonaban en forma natural a los hospederos. Para cada cobayo se tomaron datos sobre la fecha de infestación con las larvas y la fecha de salida de éstas.

b) Número de estadios larvales y duración de cada uno

Con el propósito de determinar el número de estadios larvales y la duración de cada uno, se infestaron 60 cobayos con larvas de D. hominis recién eclosionadas de huevos incubados a 25°C. y 92,5% de humedad relativa. El número de larvas colocadas sobre cada uno de los animales varió de 4 a 40. Cada dos días a partir del momento de la infestación, hasta los 50 días, se extrajeron de los cobayos de 10 a 15 larvas. Para extraer larvas vivas de 2 a 24 días de edad, fue necesario sacrificar a los animales; en cambio las larvas de 26 a 50 días de edad, fueron extraídas con facilidad a presión manual, después de haber anestesiado a los cobayos con eter etílico. Para anestesiarse a los cobayos fue suficiente meter la cabeza de éstos, durante 1 a 2 minutos, en una bolsa de tela, en cuyo fondo se hallaba un algodón empapado con eter. Esta técnica permitió usar libremente las dos manos en la extracción. Las larvas extraídas se mataron en KAAD (Kerosene, 5 partes; alcohol etílico del 95%, 100 partes; ácido acético, 20 partes; y dioxano, 10 partes), en la cual se mantuvieron durante 24 horas antes de pasar a alcohol del 95%, para preservarlas hasta el momento del estudio. Las longitudes de los ganchos bucales y las de los esqueletos cefalofaríngeales de 370 larvas de 0 a 50 días de edad, fueron medidas con el fin de determinar los diferentes estadios larvales. Las larvas recién eclosionadas mostraron

claramente los ganchos bucales y los esqueletos cefalofaringeales, razón por la cual fueron medidos sin necesidad de clarificación; en cambio en las larvas de 2 a 50 días de edad, fue necesario disectar estas estructuras. Todas las medidas se hicieron con el ocular micrométrico del microscopio y con aumentos de 20 a 120 veces.

Con el propósito de ver si los espiráculos posteriores de las larvas pueden utilizarse para distinguir los diferentes estadios larvales, se hizo un estudio de la estructura de estos órganos. Para poder estudiarlos, fue necesario cortar los segmentos anales y montarlos sobre portaobjetos para observar al microscopio.

También se investigó el número y la distribución de las espinas sobre el cuerpo larval, como medios de diferenciación de los estadios larvales. Se estudiaron de 20 a 25 larvas de cada estadio. Para esto se mapeó la distribución de las espinas en los integumentos larvales. Para obtener los integumentos fue necesario cortar las larvas longitudinalmente en la parte ventral y después de sacar su contenido interior se extendieron sobre un portaobjeto para su estudio microscópico.

3. Estado pupal

Se estudiaron los períodos pupales de las larvas de D. hominis extraídas a mano de ganado bovino y de las larvas que abandonaron en forma natural a los cobayos hospederos. Estas dos clases de larvas fueron colocadas separadamente en cajas de plástico (27 cm de largo, 20 cm de ancho y 6 cm de alto) que contenían hasta la mitad arena humedecida, con el fin de facilitar el empupamiento. Después de dos días, las larvas que no habían empupado fueron retiradas de las cajas. Las pupas formadas fueron enterradas horizontalmente a un centímetro de profundidad y separadas unas de otras por un centímetro de distancia. Las pupas permanecieron en arena humedecida y a una temperatura de 24 a 28°C. durante todo el período pupal.

••

4. Estado adulto

a) Longevidad

La longevidad fue estudiada en los adultos de D. hominis que permanecieron enjauladas con C. capitata y M. domestica con el fin de obtener huevos según el proceso que fue descrito al principio de este capítulo. Debido a la baja emergencia diaria de adultos de sus pupas, todos los adultos de D. hominis se colocaron en una sola jaula. Para identificar la fecha de emergencia de los adultos, éstos fueron pintados con diferentes colores la parte dorsal del tórax con una pintura no tóxica (Artista, tempera paint 1234 de la Binney y Smith de Nueva York). Los adultos de D. hominis permanecieron a 24-28°C y 60 a 80% de humedad relativa.

b) Oviposición

Con el fin de conocer si las hembras adultas de D. hominis seleccionan a sus vectores, en una jaula de madera (28 cm de largo, 24 cm de ancho y 26 de alto) cubierta con malla de plástico, se encerraron de 30 a 40 adultos de D. hominis junto con 50 C. capitata y 50 M. domestica. Dentro de cada especie de vector, 25 pertenecían al sexo masculino y 25 al femenino. Este ensayo duró 14 días y los insectos que portaban huevos de D. hominis o morían eran reemplazados inmediatamente, con el fin de mantener el mismo número de vectores de ambas especies durante todo el tiempo que duró el experimento.

B. Efecto de la humedad relativa y de la temperatura sobre el porcentaje de eclosión y el período de incubación de los huevos.

Los huevos para estos ensayos se obtuvieron de la oviposición de las hembras adultas de D. hominis sobre M. domestica y C. capitata en condiciones de cautividad. El mismo día que las hembras de D. hominis colocaban sus huevos sobre un vector, éste era capturado y sacrificado para retirar la masa de huevos.

Para estudiar el efecto de la humedad relativa sobre la eclosión de los huevos y sobre el período de incubación, los huevos se colocaron en tapas de plástico de 2,5 cm de diámetro y 1,5 cm de alto. Estas tapas a su vez fueron colocadas dentro de frascos desecadores que contenían humedades relativas de 62,5%, 75,5%, 85,0%, 92,5%, 97,5% y 100,0%, obtenidas con soluciones saturadas de nitrato de amonio, cloruro de sodio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, sulfato de potasio y agua destilada respectivamente. Los desecadores permanecieron a 25°C. durante el experimento.

Para estudiar el efecto de la temperatura sobre el porcentaje de eclosión de los huevos y sobre el período de incubación, los huevos se colocaron en tapas de plástico cuyas dimensiones se indicaron en el ensayo anterior. Estas tapas se hallaban suspendidas a su vez, de las tapas de frascos de 11 cm de alto y 6 cm de diámetro. Estos frascos, que contenían aproximadamente 40 ml de solución saturada de nitrato de potasio, fueron cerrados herméticamente y colocados dentro de las incubadoras a 15°C., 20°C., 25°C., 30°C., y 35°C. En este experimento se usó una solución saturada de nitrato de potasio debido a que esta sal cuando se encuentra en recipientes cerrados y a temperaturas que fluctúan entre 15°C. y 35°C., proporciona humedades relativas bastante homogéneas (89,5 a 95,5%) (50).

Tanto en el ensayo de humedad, como en el de temperatura las larvas fueron estimuladas a salir de sus huevos, colocando éstos en la palma de la mano durante 5 minutos y soplándoles aire caliente con la boca. Los huevos que no eclosionaban volvían a ser incubados en su respectiva humedad relativa y temperatura para continuar tomando datos hasta terminar el experimento.

C. Efecto de la humedad relativa en el período pupal y en el porcentaje de emergencia de adultos.

En este estudio se utilizaron larvas extraídas de ganado bovino en forma manual

de las zonas de Tucurrique y Las vueltas, Provincia de Cartago, Costa Rica. Estas larvas fueron colocadas en arena húmeda durante 48 horas para facilitar el empupamiento. Luego, en el piso de cada una de las jaulas de madera (10 cm de largo, 10 cm de ancho y 8 cm de alto) y recubiertas con malla de plástico se colocaron 15 pupas. Estas jaulas a su vez, se metieron en desecadores que contenían las siguientes humedades relativas: 62,5%, 75,5%, 85,0%, 92,5%, 97,5% y 100,0%, obtenidas con sales saturadas indicadas anteriormente. Durante todo el tiempo que duró el experimento, los desecadores con las pupas permanecieron a 25°C.

D. Efecto de la radiación gamma sobre la fertilidad de los adultos.

Las pupas usadas en los estudios de radiación provenían, como en casos anteriores, de larvas extraídas a mano de ganado bovino y llevadas a empupar en arena húmeda bajo condiciones de laboratorio (24-28°C. de temperatura y 60-80% de humedad relativa). Las pupas de 27 días de edad, incluyendo el estado de prepupa (que fue de 1 a 2 días), fueron expuestas a 1,0, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0 y 12,5 kr de radiación gamma, provenientes de una fuente de Co^{60} , que emitía aproximadamente 1150 roentgens por minuto. Las pupas fueron irradiadas a los 27 días, debido a que en esta edad, los adultos ya estaban desarrollados dentro de sus pupas y el peligro de afectar adversamente tanto a la longevidad como el vigor sexual de los adultos tratados era menor.

Debido a la dificultad de conseguir al mismo tiempo un número considerable de pupas, y debido también a que muchas parejas de adultos murieron sin copular o copularon pero no ovipositaron, este experimento se completó en algunas etapas. Pero, en general, una dosis de radiación con su respectivo testigo se completó en cada una de ellas.

Los adultos recién emergidos de pupas irradiadas y de pupas normales, fueron encerrados por parejas en jaulas (18 cm de largo, 12 cm de ancho y 12 cm de alto) para poder determinar la fertilidad de los individuos tratados. Dentro de estas

jaulas también se colocaron alrededor de 50 vectores (M. domestica y C. capitata). Al final del período de oviposición, fueron disectadas las espermatecas de las hembras moribundas de D. hominis, para determinar la presencia de espermatozoides y confirmar la cópula. Solamente se tomaron datos sobre la viabilidad de los huevos de las hembras que habían copulado exitosamente. Los huevos fueron incubados a 25°C y 92,5% de humedad relativa.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Biología

1. Estado de huevo

El huevo de D. hominis, es de color crema y tiene el extremo micropilar más ancho que el extremo posterior. En la parte dorsal del extremo anterior se encuentra el opérculo, por donde emerge la larva cuando ha completado su desarrollo embrionario después de 6 días aproximadamente, a 25°C. En el lado ventral del huevo se observan de 4 a 5 surcos longitudinales.

2. Estado larval

a) Duración

La duración del estado larval de D. hominis sobre cobayos varió de 34 a 63 días, con un promedio de 47 (Cuadro 1). Estos resultados son algo más altos que los obtenidos por Neel (31) y por Toledo y Sauer (44), quienes encontraron períodos larvales de 40 y 44 días respectivamente, para larvas criadas sobre este mismo hospedero.

b) Número de estadios larvales y duración de cada uno.

La principal característica usada para determinar los diferentes estadios larvales, fue la longitud de los ganchos bucales o mandibulares y la de los esqueletos cefalofaríngeales, debido a que estas estructuras no cambian de dimensiones durante un determinado estadio y solamente crecen cuando las larvas mudan de un estadio a otro (38).

Las longitudes de los ganchos bucales y de los esqueletos cefalofaríngeales de las larvas de 0 a 50 días de edad, se indican en el Cuadro 2.

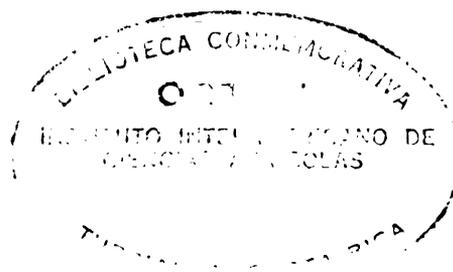
Los resultados revelan que existen tres categorías claramente definidas de ganchos bucales y de esqueletos cefalofaríngeales, que corresponden a tres estadios

Cuadro 1. Duración del estado larval de Dermatobia hominis (L., Jr) sobre cobayos.

Duración del estado larval (días)	Número de larvas emergidas	Duración del estado larval (días)	Número de larvas emergidas
34	2	49	3
35	0	50	3
36	0	51	4
37	2	52	4
38	3	53	5
39	1	54	1
40	2	55	2
41	1	56	3
42	4	57	2
43	3	58	1
44	8	59	0
45	2	60	0
46	9	61	0
47	3	62	1
48	6	63	1

Número total de larvas emergidas: 76

Promedio ponderado de duración del estado larval: 47,4 días



Cuadro 2. Longitudes de los ganchos bucales y esqueletos cefalofaringeales de los tres estadios larvales de Dermatobia hominis (L., Jr.).

Edad Larval (días)	Estadios	Larvas observadas	Longitud en micras					
			Ganchos bucales			Esquelts. Cefalofars.		
			Min.	Max.	Promed.	Min.	Max.	Promed.
0 - 8	Primero	128	38	62	42,6	188	238	219,4
6 - 22	Segundo	79	125	213	177,9	450	1.063	754,9
14 - 50	Tercero	163	800	1.050	929,4	1.875	2.250	2.317,9

larvales. La primera categoría, cuyo rango fue de 38 μ a 62 μ para los ganchos bucales y de 188 μ a 238 μ para los esqueletos cefalofaringeales, pertenece al primer estadio larval. La segunda categoría, cuyo rango fue de 125 μ a 213 μ para los ganchos bucales y de 450 μ a 1.036 μ para los esqueletos cefalofaringeales, pertenece al segundo estadio. La tercera categoría, cuyo rango fue de 800 μ a 1.050 μ para los ganchos bucales y de 1.875 μ a 2.250 μ para los esqueletos cefalofaringeales, pertenece al tercer estadio larval.

Como se puede notar claramente, no existe sobreposición entre los rangos de longitudes de estas estructuras en las tres categorías, lo que demuestra indiscutiblemente que existen tres estadios larvales. Este mismo número de estadios fue determinado por Dunn (17) en larvas de D. hominis criadas en su propia persona, y por Neiva y Gómez (33) en larvas criadas sobre perros. Sin embargo, Toledo (43), basándose solamente en las dimensiones de los ganchos bucales de las larvas criadas sobre cobayos, indica que existen cuatro estadios larvales (primer estadio, 19 μ de largo por 7 μ de ancho; segundo estadio, 90 μ de largo por 46 μ de ancho; tercer estadio, 208 μ de largo por 101 μ de ancho; y, cuarto estadio, 950 μ de largo por 403 μ de ancho). Desgraciadamente, este autor no indica los materiales empleados,

ni los métodos seguidos, razón por la cual se pone en duda la validez de sus resultados.

Finalmente, es necesario indicar que solamente las longitudes de los ganchos bucales pueden servir para distinguir los tres estadios larvales, debido a que éstos se presentan más claros y definidos que todo el esqueleto cefalofaríngeal.

La duración de cada uno de los estadios larvales se indican gráficamente en la Figura 1. Los resultados demuestran que las larvas del primer estadio empiezan a mudar a los 6 a 8 días, y las del segundo estadio mudan a los 16 a 22 días. La duración promedio ponderada del primer estadio fue de 3 días, la del segundo estadio de 12 y la del tercero de 32 días (este último dato basado en el período larval de 47 días, según el Cuadro 1.). Resultados similares encontraron Neiva y Gómez (33) al criar larvas de D. hominis sobre perros (primera muda a los 3-8 días y segunda muda a los 16 días). Según Dunn (17), las larvas de este insecto criadas sobre hombre mudan un poco más tarde, puesto que la primera muda ocurre a los 12 días y la segunda a los 26-30 días.

En relación con la infestación de los cobayos con larvas de D. hominis, se obtuvieron los siguientes resultados: de 513 larvas colocadas sobre cobayos machos, se establecieron 294 (57,3%); en cambio, de 50 larvas colocadas a 5 hembras en distintos estados de preñez, solamente 16 (32,0%) alcanzaron su desarrollo total. Estos datos no concuerdan con lo señalado por Neel (31), quien supone que existe una probable resistencia de las hembras preñadas, ya que este autor no logró infestar a 3 hembras en este estado, colocando 3 larvas a cada una.

c) Caracteres morfológicos para identificar los diferentes estadios larvales.

La forma de las larvas del primero, segundo y tercer estadios se observan en las Figuras 2, 3 y 4 respectivamente. En estas figuras se observan también las apariencias de los ganchos bucales y de los esqueletos cefalofaríngeales, cuyas longi

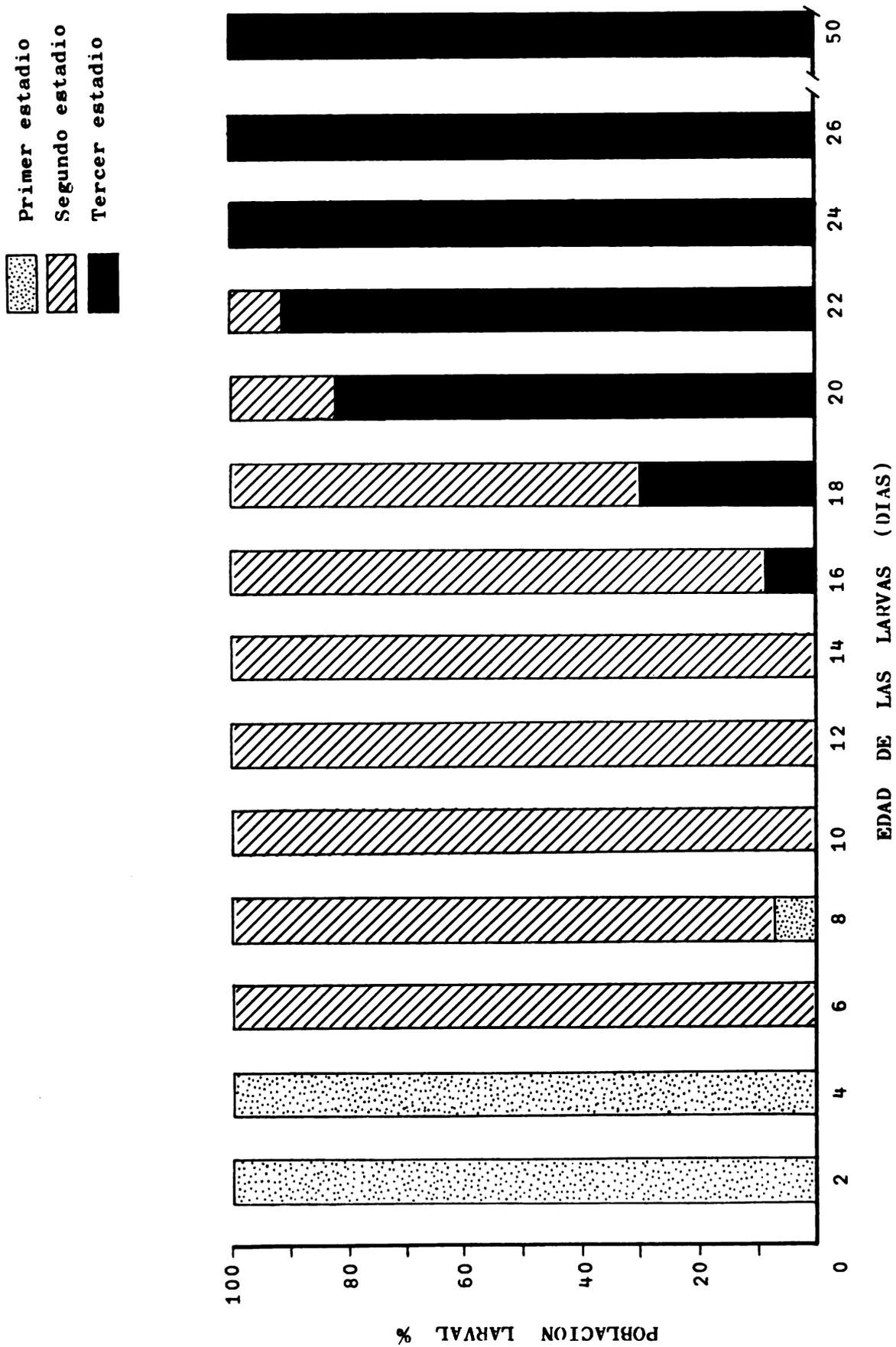


Figura 1. Duración de los tres estadios larvales de Dermatobia hominis (L., Jr.)

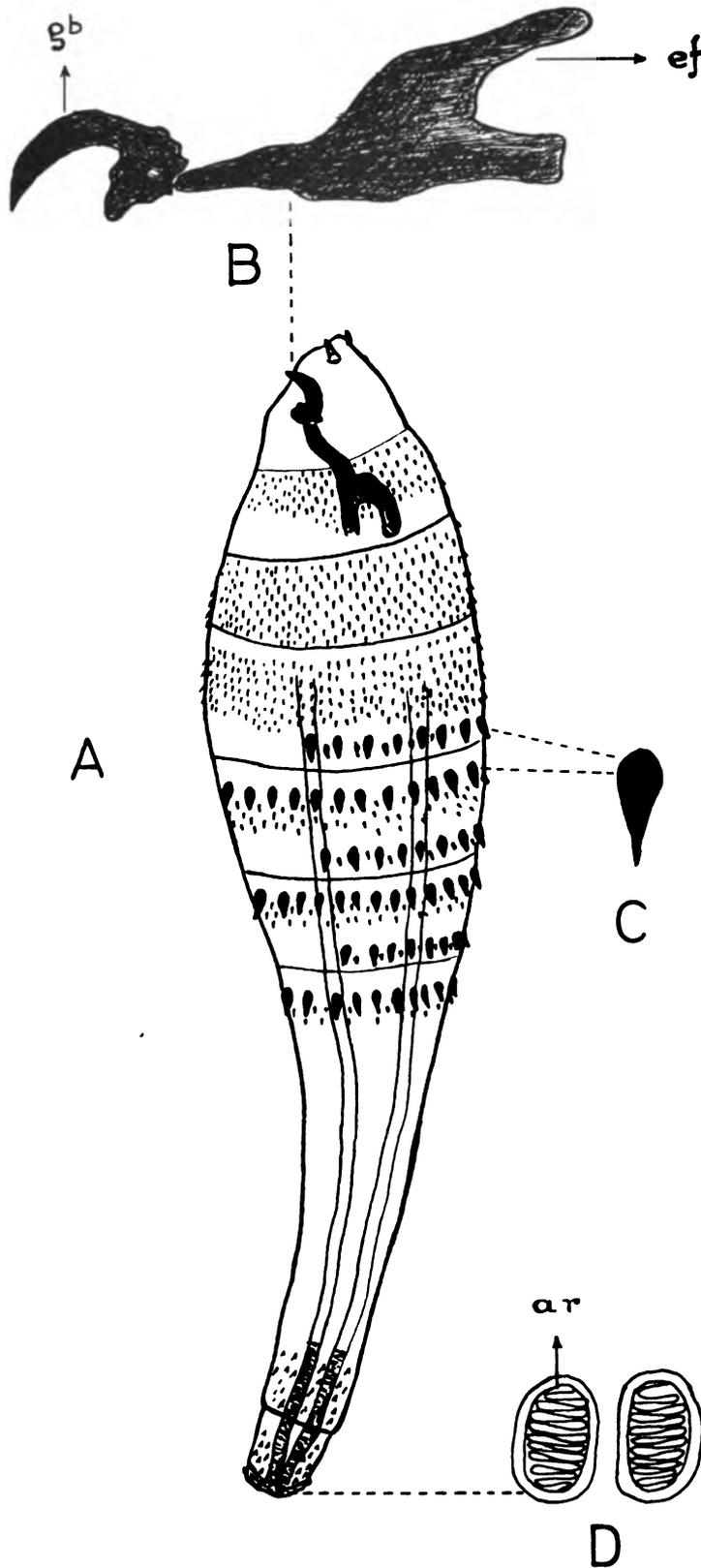


Figura 2. Dermatobia hominis (L., Jr.): A, Larva del primer estadio; B, Esqueleto cefalofaríngeal; C, Macroespina; D, Espiráculos posteriores; gb, ganchos bucales; ef, esclerito faríngeal; ar. abertura respiratoria.

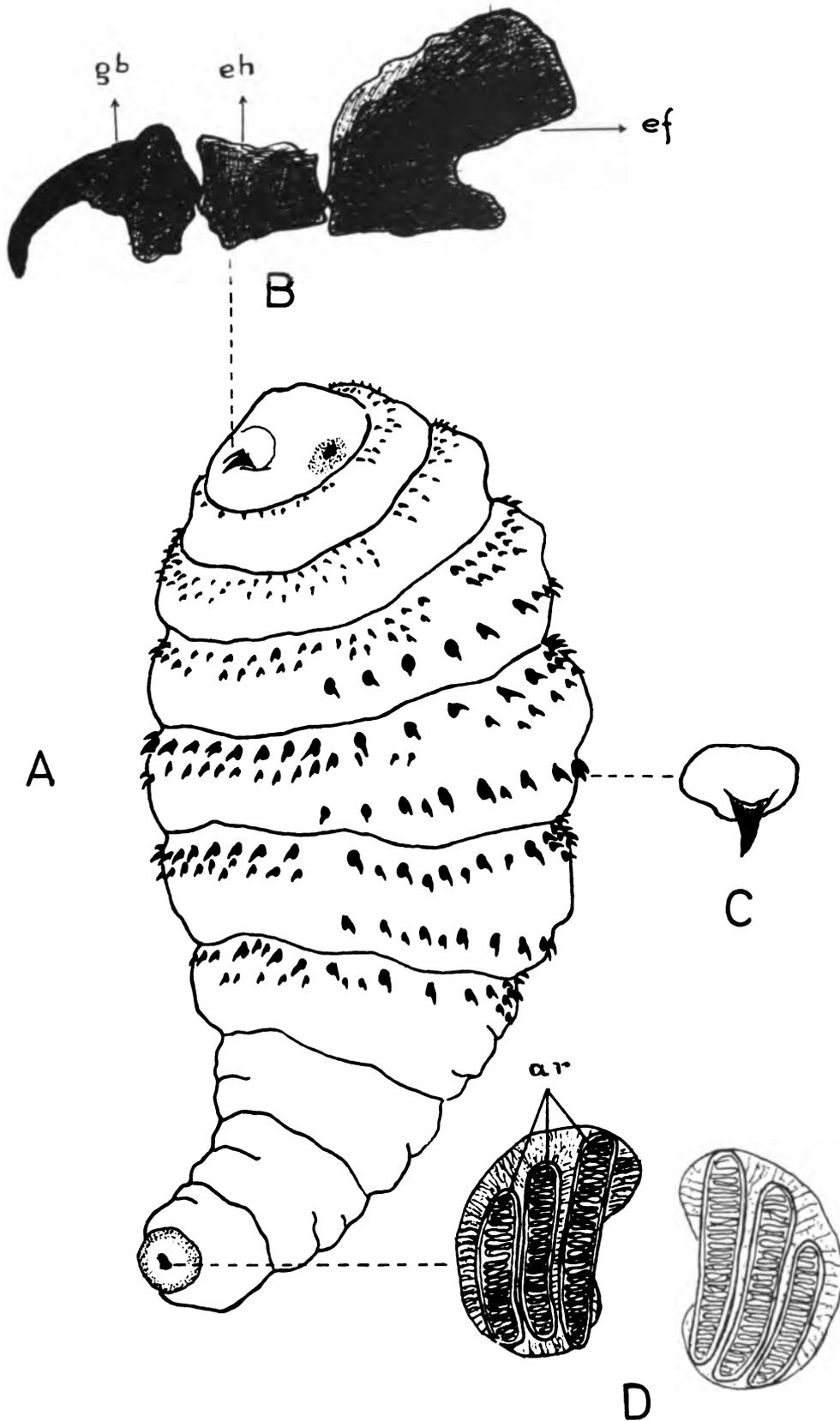


Figura 4. *Dermatobia hominis* (L., Jr.): A, Larva del tercer estadio; B, Esqueleto cefalofaríngeal; C, Macroespina; D, Espiráculos posteriores; gb, ganchos bucales; eh, esclerito hipostomal; ef, esclerito faríngeal; ar, aberturas respiratorias.

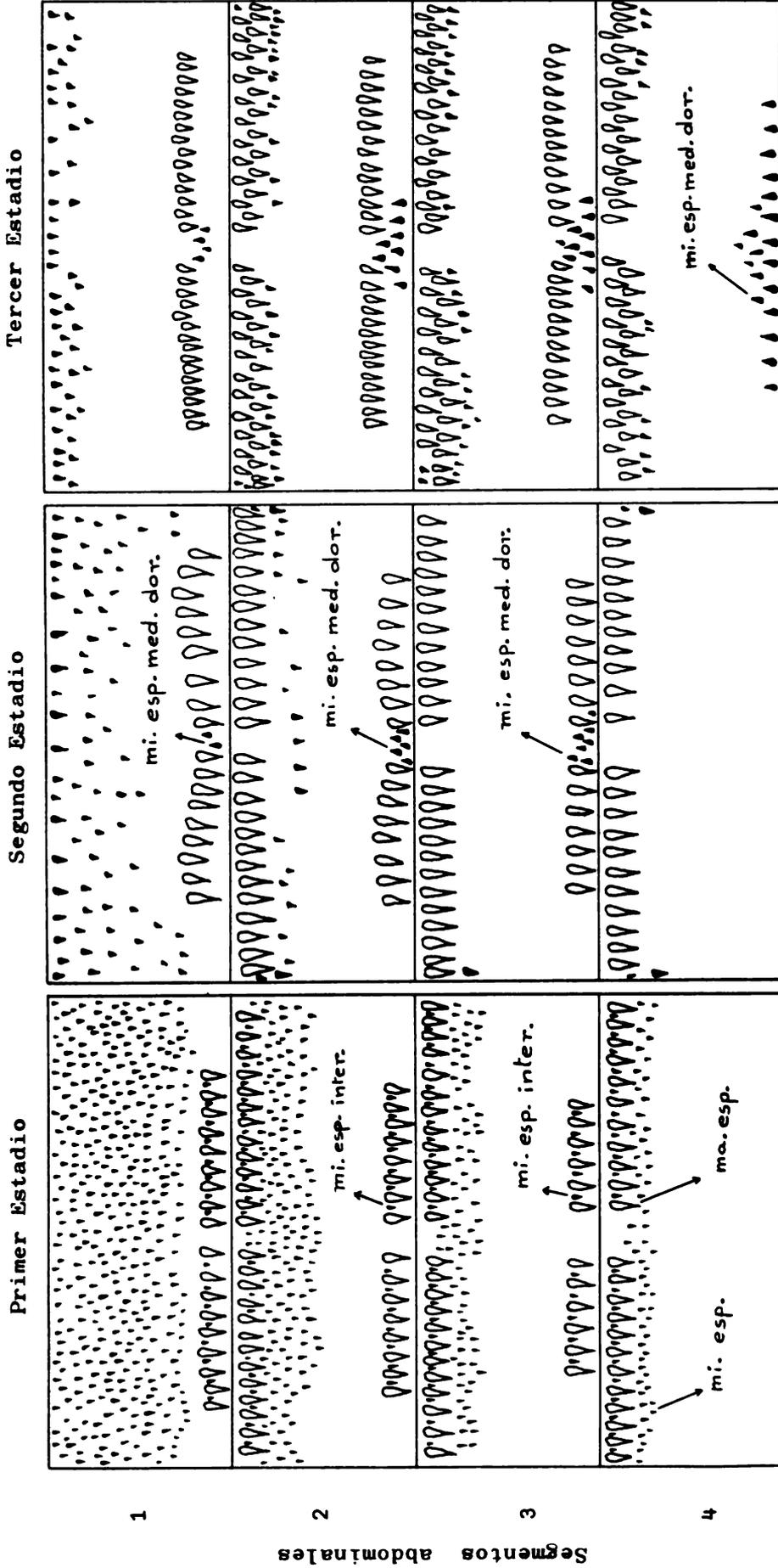
tudes sirvieron para determinar los tres estadios larvales (Cuadro 2).

El estudio de las estructuras de los espiráculos posteriores, revelaron marcadas diferencias entre los distintos estadios larvales. Se observó que en las larvas del primer estadio, cada espiráculo posterior tiene una abertura respiratoria (Figura 2, D), dos aberturas en el segundo estadio (Figura 3, D) y tres aberturas en el tercer estadio (Figura 4, D).

Otro carácter morfológico que sirvió para identificar los tres estadios larvales de D. hominis, fue el arreglo de las espinas en los cuatro primeros segmentos abdominales. En la Figura 5 se presenta diagramáticamente la distribución de las espinas en los cuatro primeros segmentos abdominales de las larvas del primero, segundo y tercer estadios. En el presente estudio se agrupó a las espinas en dos categorías, microespinas (mi. esp.) y macroespinas (ma. esp.). Esta clasificación de las espinas es arbitraria, debido a que se basó principalmente en el tamaño relativo de las espinas.

Las larvas del primero y segundo estadios larvales son muy similares tanto en el número (Cuadro 3), como en la distribución de las macroespinas; sin embargo, existen dos diferencias fundamentales:

- i. En el primer estadio larval, se encuentran presentes microespinas intermedias (mi. esp. inter.) entre las macroespinas (ma. esp.) de las filas posteriores de los tres primeros segmentos abdominales. Estas microespinas están ausentes en el segundo estadio.
- ii. En el segundo estadio larval, en la parte media dorsal de las filas posteriores de macroespinas de los tres primeros segmentos abdominales, aparecen unas pocas microespinas medias dorsales (mi. esp. med. dor.), las cuales están dirigidas hacia adelante. Estas microespinas no existen en el primer estadio. Con excepción de las microespinas



. Figura 5. Distribución de las espinas en los cuatro primeros segmentos abdominales de los tres estadios larvales de Dermatobia hominis (L., Jr.)

Cuadro 3. Número de macroespinas^{a/} presentes en los cuatro primeros segmentos abdominales de las larvas de Dermatobia hominis (L., Jr.)

Estadio larval	Número promedio de macroespinas						Total en los cuatro segmentos abdominales
	Primer segmento Fila Post.	Segundo segmento Fila		Tercer segmento Fila		Cuarto Segmento Fila Ant.	
		Anterior	Poster.	Anterior	Poster.		
Primero	17,9	26,1	16,3	24,7	14,5	22,3	121,9
Segundo	18,0	25,7	16,4	24,6	14,6	21,8	121,2
Tercero	29,5	46,3	28,0	44,2	24,6	41,3	214,0

a/ Promedio de 20 - 25 larvas.

medias dorsales, todas las demás espinas del primero y segundo estadio están dirigidas hacia atrás.

Las principales características para distinguir las larvas del tercer estadio, de las del primero y segundo estadio son las siguientes:

- i. Todas las espinas de las larvas del primero y segundo estadios son de color negro oscuro, mientras que las espinas del tercer estadio son de color café claro.
- ii. En el tercer estadio, aparecen unas pocas microespinas (mi. esp. med. dor.), dirigidas hacia adelante, en el margen posterior del cuarto segmento abdominal. Estas microespinas están ausentes en el primero y segundo estadios larvales.
- iii. En el tercer estadio, aparece una doble fila de macroespinas (ma. esp.) en el margen anterior del segundo, tercero y cuarto segmentos abdominales. Mientras que, en el primero y segundo estadios larvales, en

estos mismos segmentos abdominales, existe solamente una fila de macroespinas. El número total de macroespinas presentes en el margen anterior del segundo, tercero y cuarto segmentos abdominales variaron de 22 a 26 en el primero y segundo estadios; en cambio, en el tercer estadio el número de macroespinas en el margen anterior de estos mismos segmentos varió de 41 a 46 (Cuadro 3).

- iv. En algunas larvas del tercer estadio larval aparecen microespinas (mi. esp. med. dor.), dirigidas hacia adelante, en el margen posterior del quinto segmento abdominal.

3. Estado pupal

El período pupal de las larvas de D. hominis criadas sobre cobayos, incluyendo el período de prepupa (1 a 2 días), fue de 26 a 34 días, con un promedio de 29,5 y el porcentaje de emergencia de adultos alcanzó a 34,9% (Cuadro 4).

El período pupal de las larvas de D. hominis criadas sobre ganado bovino, incluyendo también el período de prepupa (1 a 2 días), fue de 29 a 45 días, con un promedio de 32,5 y el porcentaje de emergencia de adultos alcanzó 43,6% (Cuadro 5). Sin embargo, estos dos períodos no son comparables, puesto que tanto los hospederos, como la forma de obtención de las larvas fueron distintos. Neel (31), en estudios realizados en esta misma zona, encontró que el período pupal de las larvas de D. hominis criadas sobre ganado bovino fue de 41 a 49 días, en los meses de febrero y marzo, y de 33 a 38 días en los meses de marzo a mayo. Este autor obtuvo bajos porcentajes de emergencia de adultos (6,2 a 28,5%), debido probablemente a que durante el período pupal, la arena en que se hallaban las pupas no fue humedecida.

La duración de los períodos pupales del macho y de la hembra se presentan en el Cuadro 6. Los resultados muestran que el promedio de duración de los períodos pupales del macho y de la hembra, fueron de 30 y 32 días respectivamente. Este mismo



Cuadro 4. Período pupal^{a/} de Dermatobia hominis (L., Jr.), cuyas larvas fueron criadas sobre cobayos.

Duración del estado pupal (días)	Número de adultos emergidos
26	2
27	2
28	3
29	3
30	5
31	3
32	2
33	1
34	1
<hr/>	
Total	22

Promedio ponderado de duración del estado pupal: 29,5 días

a/ 63 pupas fueron incubados a 25°C y 60-80% de humedad relativa.

Cuadro 5. Período pupal^{a/} de Dermatobia hominis (L., Jr.), cuyas larvas fueron criadas sobre ganado bovino.

Duración del estado pupal (días)	Número de adultos emergidos
29	27
30	70
31	94
32	106
33	78
34	48
35	19
36	12
37	3
38	2
39	1
40	1
41	1
42	1
43	0
44	0
45	2
Total	465

Promedio ponderado de duración del período pupal: 32,5 días

a/ 1.607 pupas fueron incubados a 25°C. y 60-80% de humedad relativa.

Cuadro 6. Período pupal^{a/} de los machos y hembras de Dermatobia hominis (L., Jr.), cuyas larvas fueron extraídas de ganado bovino.

Período pupal (días)	N° de adultos emergidos	
	machos	hembras
27	4	0
28	5	0
29	9	1
30	14	3
31	15	15
32	3	16
33	1	24
34	0	13
35	0	0
36	0	0
37	0	1

Total 51 Total 73

Período pupal de los machos 29,9 días (Promedio ponderado)
Período pupal de las hembras 32,4 días (Promedio ponderado)

a/ A 25°C. y 60-80% de humedad relativa.

cuadro se observa que los machos empiezan a emerger a los 27 días, en tanto que las hembras lo hacen a los 29 días. Trabajos realizados en Honduras (35), señalan que el período pupal de las hembras es aproximadamente 1 día más largo que el de los machos. Neel (31) en cambio, no encontró diferencia entre estos dos períodos.

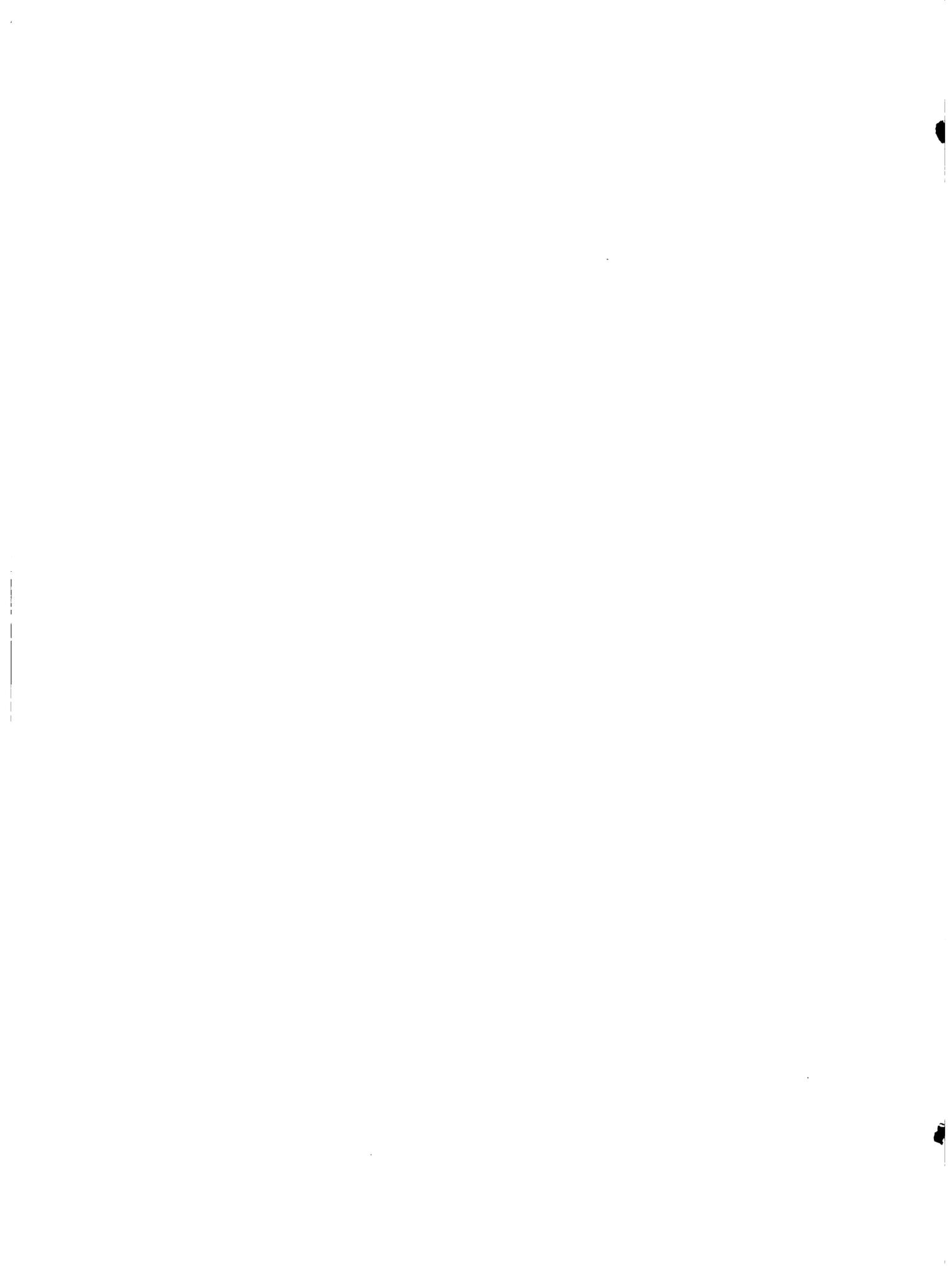
4. Estado adulto

a) Longevidad

La longevidad de los adultos de D. hominis, cuyas larvas fueron criadas sobre ganado bovino y la de los adultos, cuyas larvas fueron criadas sobre cobayos, fue de 3 días en promedio a 24-28°C. y 60-80% de humedad relativa (Cuadro 7). Esta longevidad corta de los adultos parece estar influenciada por la baja humedad relativa de nuestro laboratorio (60 a 80%), puesto que Neiva y Gómez (33) estudiando a 3 adultos lograron longevidades de 8, 9 y 19 días en cámaras húmedas y a 25-28°C. Esta última longevidad (19 días) parece muy alta y necesita un examen crítico. Desgraciadamente, los resultados obtenidos por estos autores se basan en pocos especímenes. Sin embargo, Neel (31) a pesar de haber colocado arena húmeda en el fondo de la jaula y tapado la parte superior y un lado de ésta con toallas húmedas, solamente consiguió un promedio de vida de los adultos de 4 días. Igual promedio obtuvo sembrando arroz en el piso de la jaula. La temperatura por otra parte parece influir notablemente en la longevidad de los adultos. nuesto que Zeledón (52), encontró que los adultos de D. hominis, viven de 4 a 6 días a 28°C. y menos de 2 días a los 30°C.

b) Oviposición

El hecho biológico más peculiar de D. hominis es la transmisión de sus huevos a los hospederos por intermedio de un insecto vector. Las hembras adultas de D. hominis capturan a estos vectores y los liberan luego de colocarles una masa de



Cuadro 7. Longevidad de los adultos de Dermatobia hominis (L., Jr.) en condiciones de cautividad^{a/}.

Longevidad (días)	Número de adultos emergidos	
	larvas criadas sobre ganado bovino	larvas criadas sobre cobayos
1	77	1
2	172	3
3	405	17
4	71	1
5	9	0
6	2	0
	Total 736	Total 22

Longevidad de los adultos (larvas criadas sobre ganado bovino) 2,7 días^{b/}

Longevidad de los adultos (larvas criadas sobre cobayos) 2,8 días^{b/}

^{a/} A 25°C. y 60-80% de humedad relativa

^{b/} Promedio ponderado.

huevos generalmente sobre el abdomen. En este estudio se usó extensivamente M. domestica y C. capitata como material de oviposición de las hembras adultas de D. hominis. Estas hembras, en condiciones de cautividad, capturaron con frecuencia a los vectores indicados y ovipositaron masas de huevos generalmente en la parte lateral del abdomen, como puede verse en la Figura 6. En raras ocasiones se observaron insectos vectores con huevos sobre la cabeza o sobre las alas (Figura 7). Además, en tres oportunidades se observó oviposición de D. hominis sobre adultos de su misma especie (Figura 8). Esta curiosa oviposición ya fue reportada por Neiva y Gómez (33) en el Brasil y por Zeledón (51) en Costa Rica.



Figura 6. Adultos de Musca domestica L. (A) y de Ceratitidis capitata Wied. (B) portando huevos de Dermatobia hominis (L., Jr.) sobre el abdomen.



Figura 7. Adultos de Musca domestica L. (A) y de Ceratitis capitata Wied. (B) con huevos de Dermatobia hominis (L., Jr.) sobre la cabeza y la ala respectivamente.



Figura 8. Adultos de Dermatobia hominis (L., Jr.) con huevos sobre el abdomen (A) y la cabeza (B) colocados por una hembra de la misma especie, en condiciones de cautividad.

Cuadro 8. Número de huevos colocados, en condiciones de cautividad, por Demotobia hominis (L., Jr.) sobre dos especies de vectores (Musca domestica L. y Ceratitis capitata Wied.)^{a/}.

Vector	Número constante ^{b/} de vectores duran- te 14 días	Vectores con huevos de <u>D. hominis</u>		Número de huevos por especie y sexo		
		Número	Porcentaje	Min.	Max.	Prom.
<u>M. doméstica</u>	25 Machos	33	20,5	14	58	34,3
	25 Hembras	17	<u>10,6</u> 31,1	13	60	38,1
<u>C. capitata</u>	25 Machos	53	32,9	6	53	20,8
	25 Hembras	58	<u>36,0</u> 68,9	4	49	18,8

^{a/} A 24-28°C y 60-80% de humedad relativa.

^{b/} Cada vez que un vector moría o portaba huevos de D. hominis, era reemplazado para mantener el mismo número de vectores de cada especie durante el experimento.

En la naturaleza, C. capitata no ha sido reportada como vector de los huevos de D. hominis, mientras que M. domestica es un vector natural. Los resultados del experimento para estudiar la preferencia de oviposición de las hembras adultas de D. hominis entre estas dos especies de vectores, se presentan en el Cuadro 8. Los datos indican que las hembras de D. hominis prefieren a C. capitata para ponerle sus huevos. Puesto que, del número total de insectos portadores de huevos, el 68,9% (32,9% machos y 36,0% hembras) fueron C. capitata y solamente el 31,1% (20,5% machos y 10,6% hembras) fueron M. domestica. Sin embargo, el número promedio de huevos colocados sobre cada M. domestica (34,3 en el macho y 38,1 en la hembra) fue casi el doble del número promedio de huevos colocados sobre cada C. capitata (20,8 en el macho y 18,8 en la hembra). Este mayor número de huevos puestos sobre M. domestica, se debe probablemente a que ésta tiene el abdomen más grande que la de C. capitata.

Las hembras adultas de D. hominis capturaron con facilidad a C. capitata, en condiciones de cautividad, debido probablemente a que éstas fueron más inactivas que M. domestica. Por esta razón, es posible que las hembras de D. hominis en el campo capturen más a los dípteros menos activos que visitan al ganado bovino y no a los más activos como indican Bates y Urbina (8, 47) o debido a un tropismo olfatorio como sugiere Townsend (45).

No hubo diferencia en la eclosión de los huevos de D. hominis colocados sobre M. domestica y C. capitata, ya que el promedio de eclosión fue de 82,2% y 83,7% respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Fertilidad de los huevos de Dermatobia hominis (L., Jr.) provenientes de oviposiciones sobre Musca domestica L. y Ceratitidis capitata Wied.^{a/}

Vector	Sexo	Número de huevos		Eclosión	
		Observados	Eclosionados	por sexo %	por especie %
<u>Musca domestica</u>	Machos	280	231	82,5	82,2
	Hembras	119	97	81,5	
<u>Ceratitidis capitata</u>	Machos	303	252	83,1	83,7
	Hembras	589	495	84,0	

a/ Incubados a 25°C. y 92,5-97,5% de humedad relativa.

B. Efecto de la humedad relativa y de la temperatura sobre el porcentaje de eclosión y el período de incubación de los huevos.

Las condiciones de humedad y temperatura favorables para el desarrollo de los huevos de D. hominis son desconocidas. Por esta razón, se hicieron estudios con el fin de encontrar la humedad y temperatura óptimas para el desarrollo de éstos.

Los resultados del efecto de varias humedades relativas en la eclosión y desarrollo de los huevos se presentan en el Cuadro 10. Los datos indican que las humedades óptimas para la incubación de huevos, variaron de 92,5 a 97,5%. El porcentaje más alto de eclosión (88,0%) ocurrió a 92,5% de humedad relativa. Humedades más altas o más bajas que 92,5%, empiezan a afectar adversamente a la incubación de los huevos. A 97,5% el porcentaje de eclosión fue de 83,4%. La eclosión disminuyó notablemente a 100,0% de humedad debido al efecto perjudicial de esta alta humedad relativa y al crecimiento de hongos y mohos sobre los huevos. A 62,5%, la mínima humedad del experimento, se obtuvo el porcentaje más bajo de eclosión (22,5%), debido probablemente a la desecación de los huevos causado por el aire seco de esta humedad. La humedad relativa afectó muy poco al período de incubación de los huevos; ya que, para humedades que variaron de 62,5 a 100,0% este período fue de 5 a 7 días, a 25°C..

Los resultados del efecto de varias temperaturas en la eclosión y desarrollo de los huevos se presentan en el Cuadro 11. Los datos muestran que las temperaturas óptimas para la incubación de huevos de D. hominis, fluctúan entre 20 y 30°C., puesto que a temperaturas de 20, 25 y 30°C. se obtuvieron 78,3, 73,2 y 73,3% de eclosión respectivamente. Las temperaturas más altas que 30°C. y las más bajas que 20°C. afectaron adversamente a la eclosión de los huevos, ya que a 35°C. y a 15°C. solamente se alcanzó el 13,2% y 3,2% de eclosión respectivamente. En relación con el efecto de la temperatura sobre la velocidad de desarrollo de los huevos de D. hominis, se notó que cuando la temperatura aumenta el período de incubación decrece. La velocidad de desarrollo de los huevos fue más rápida de 15 a 25°C. que de 25 a 35°C. El período de incubación más corto (4,2 días) correspondió a 35°C., mientras que el período más largo (26,8 días) se obtuvo a 15°C.

Cuadro 10. Efecto de la humedad relativa en el porcentaje de eclosión y en el período de incubación de los huevos^{a/} de Dermatobia hominis (L., Jr.)

Humedad relativa %	Número de Huevos		Eclosión %	Período de incubación (días)		
	Incubados	Eclosionados		Mínimo	Máximo	Promedio ponderado
62,5	342	77	22,5	5	9	5,9
75,5	339	231	68,1	5	14	6,7
85,0	406	298	73,4	5	14	5,9
92,5	450	396	88,0	5	12	6,0
97,5	320	267	83,4	5	8	5,4
100,0	326	191	58,6	4	8	5,3

a/ Incubados a 25°C.

Cuadro 11. Efecto de la temperatura en el porcentaje de eclosión y en el período de incubación de los huevos^{a/} de Dermatobia hominis (L., Jr.).

Tempera- tura C°	Número de huevos		Eclosión %	Período de incubación (días)		
	Incubados	Eclosionados		Mínimo	Máximo	Promedio ponderado
15	126	4	3,2	26	28	26,7
20	203	159	78,3	10	20	12,5
25	202	148	73,3	5	10	6,2
30	184	135	73,4	4	10	5,0
35	243	32	13,2	4	6	4,3

a/ Incubados a 89,5-95,5% de humedad relativa.

Considerando tanto el período de incubación, como el porcentaje de eclosión de los huevos de D. hominis, la temperatura óptima fue de 30°C., ya que a esta temperatura el porcentaje de eclosión fue alto (73,4%) y el período de incubación fue muy corto (5 días). La aseveración hecha por Neel y colaboradores (32), en el sentido de que los climas más adecuados para el cultivo del café, son los climas de mayor desarrollo del parásito, necesita comprobarse para todos los estados del insecto. Así, considerando únicamente el estado de huevo, los resultados indican que las temperaturas óptimas para la incubación de huevos fue de 20 a 30°C. En cambio las temperaturas óptimas que generalmente se indican para el cultivo del café arabica varían de 17° a 23°C. (41).

C. Efecto de la humedad relativa en el porcentaje de emergencia de adultos y en el período pupal.

Los resultados del ensayo para determinar las condiciones óptimas de humedad para la incubación de pupas de D. hominis, se indican en el Cuadro 12. Aunque los resultados se basan en pocas observaciones, éstos indican que la humedad relativa óptima para el normal desarrollo de las pupas fue de 92,5%. En esta humedad relativa se observó el más alto porcentaje de eclosión (73,3%). Las humedades más altas o más bajas de 92,5%, afectan adversamente al desarrollo de las pupas y al porcentaje de emergencia de los adultos. Así, a 85,0% y a 100,0% de humedad, los porcentajes de emergencia de adultos de sus pupas fueron 26,7 y 46,7% respectivamente. No se observó emergencia a 62,5 y 75,5% de humedad, debido probablemente a que las pupas murieron por desecamiento antes de completar su desarrollo. En el Cuadro 12 se observa también, que la humedad relativa no afecta mayormente al período pupal. La diferencia de los períodos pupales entre 85,0% y 100,0% de humedad relativa fue solamente de 2,4 días.



Cuadro 12. Efecto de la humedad relativa en el período pupal y en la emergencia de adultos de Dermatobia hominis (L., Jr.)^{a/}

Humedad relativa %	Pupas observadas	Adultos emergidos	Emergencia %	Duración del estado pupal (días) ^{b/}		
				Mínimo	Máximo	Promedio ponderado
62,5	15	0	0,0	-	-	-
75,5	15	0	0,0	-	-	-
85,0	15	4	26,7	27	30	28,5
92,5	15	11	73,3	28	30	28,9
97,5	15	8	53,3	27	31	28,9
100,0	15	7	46,7	28	32	30,9

a/ A 25°C.

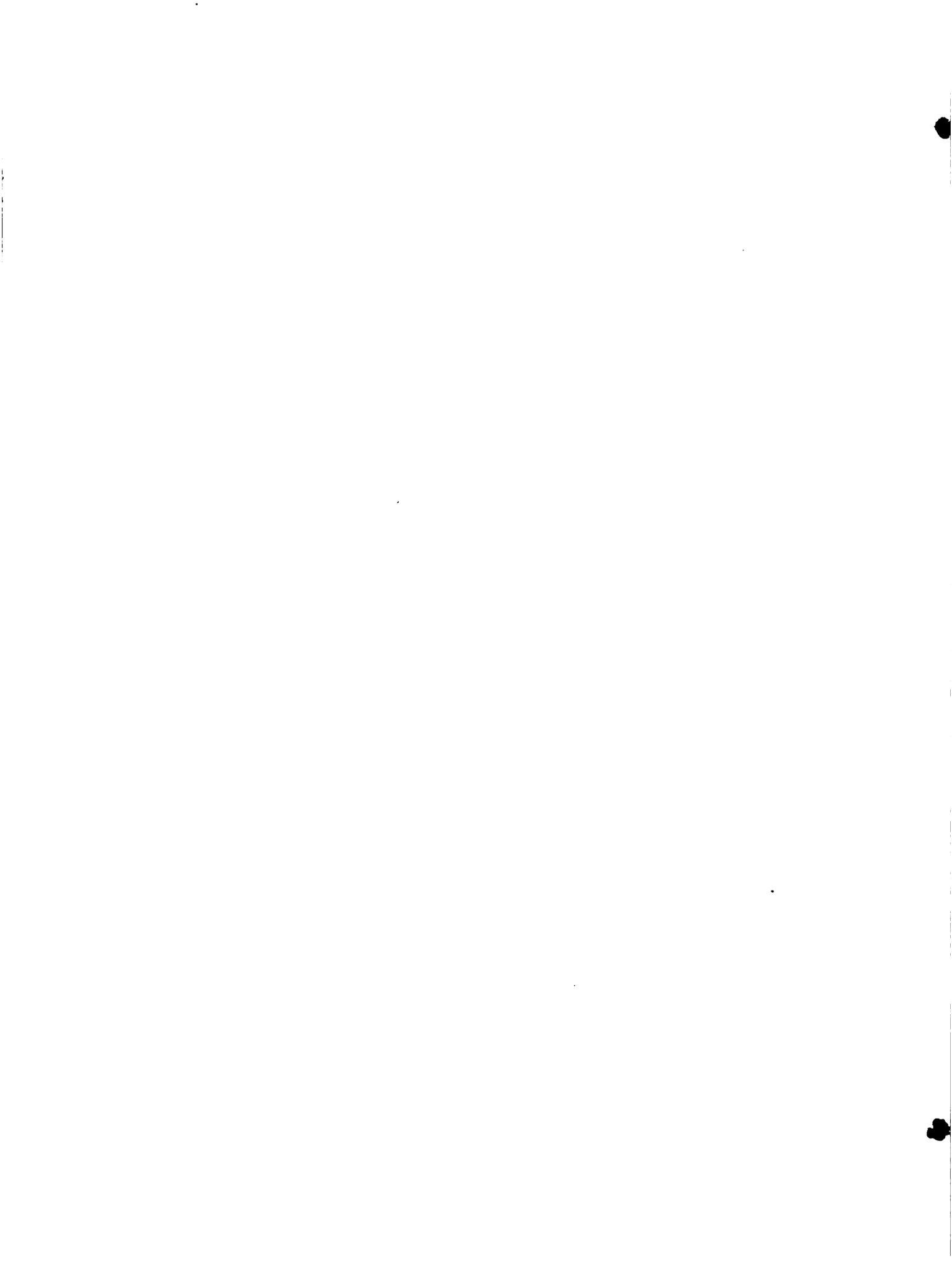
b/ Incluyendo el estado de prepupa, que fue de 1 a 2 días.

De los resultados de este experimento se deduce que las pupas de D. hominis necesitan de humedades relativas altas para su normal desarrollo. A igual conclusión llegaron Urbina y Koone y Banegas (47, 24), quienes obtuvieron de 1 a 3% de emergencia de adultos, cuando las pupas permanecieron en suelos completamente secos.

La baja infestación de D. hominis en la Provincia de Guanacaste, Costa Rica, probablemente se debe a las prolongadas sequías que ocurren en esa región y que no favorecen al desarrollo normal de las pupas. Neiva y Gómez (33) sugieren también que las regiones del noroeste del Brasil, están indemnes de este parásito por ser zonas secas y muy cálidas.

D. Efecto de la radiación gamma sobre la fertilidad de los adultos.

El tórsalo, D. hominis, es de gran importancia económica en las zonas ganaderas tropicales húmedas de Latinoamérica. Su control o erradicación por medio

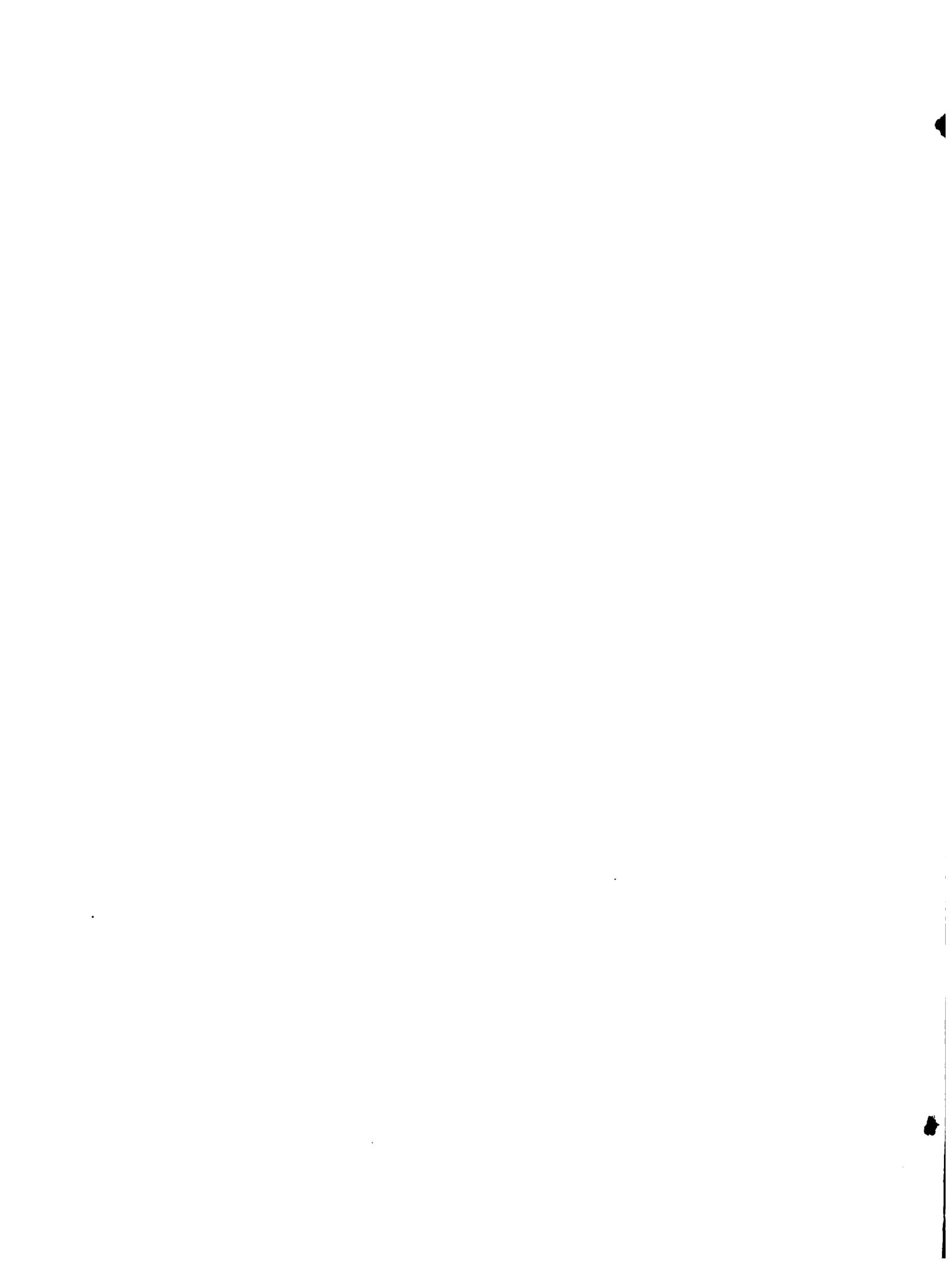


de la técnica de esterilización de machos ofrece aspectos promisorios. Por esta razón, se realizaron estudios tendientes a determinar la dosis de esterilización de este insecto. Los resultados de este experimento se presentan en el Cuadro 13. Los datos muestran que una dosis de 12,5 Kr. produce una esterilidad total en los machos adultos de D. hominis. La dosis de esterilización para las hembras fue un poco más baja, puesto que, hembras irradiadas con 10,0 Kr. y copuladas con machos normales, ovipositaron todos los huevos infértiles.

No se llevaron datos sobre la longevidad de los adultos irradiados, pero la radiación no parece afectarles adversamente. Además, como el insecto vive solamente 3 días en promedio (según Cuadro 7), es probable que no regenere su fertilidad, como ocurre con algunos insectos de mayor longevidad.

Cuadro 13. Efecto de la radiación gamma sobre la fertilidad de Dermatobia hominis (L., Jr.)

Dosis de radiación (Kr)	Cópulas ^a /		Número de huevos por hembra		Fertilidad	
	Macho	Hembra	Observados	Eclosionados	Individual	Promedio
Testigo	N x N		176	134	76,1	
			73	73	100,0	
			87	72	88,8	
			413	284	68,8	
			39	27	69,2	
			30	23	76,7	79,6
			73	44	60,3	
			40	24	60,0	
			330	288	87,3	
			287	248	86,4	
			189	189	100,0	
			130	82	63,1	
			39	30	77,0	
1,0	R x N		21	13	61,9	
			136	93	68,4	61,5
			196	111	56,6	
	N x R		23	0	0,0	56,8
			65	50	76,9	
		R x R	212	138	65,1	65,1
2,5	R x N		49	27	55,1	
			60	11	18,3	31,0
			184	2	1,1	
			311	147	47,3	
	N x R	110	72	65,4	65,4	
	R x R	47	25	53,2	53,2	
5,0	R x N		344	15	43,6	
			63	12	19,0	5,4
			316	12	38,0	
	N x R	156	5	3,2	3,2	



Cuadro 13. (continuación)

Dosis de radiación (Kr)	Cópulas a/		Número de huevos por hembra		Fertilidad		
	Macho	Hembra	Observados	Eclosionados	Individual	Promedio	
7,5	R x N		425	4	0,9		
			135	2	1,5		
			236	13	5,5	3,5	
			118	1	0,8		
			42	0	0,0		
			442	29	6,6		
	N x R		129	3	2,3	3,4	
			467	17	3,6		
	R x R		12	0	0,0		
			39	0	0,0		
			69	0	0,0		
10,0	R x N		458	0	0,0		
			45	0	0,0	0,4	
			140	3	2,1		
			76	0	0,0		
	N x R		19	0	0,0	0,0	
			32	0	0,0		
	R x R		73	0	0,0		
			35	0	0,0	0,0	
			143	0	0,0		
			10	0	0,0		
	12,5	R x N		32	0	0,0	
				292	0	0,0	0,0
			57	0	0,0		
N x R			120	0	0,0		
			80	0	0,0	0,0	
			120	0	0,0		
R x R			20	0	0,0		
			25	0	0,0	0,0	
			40	0	0,0		

a/ Las letras R y N significan adultos radiados y normales respectivamente.



CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se pueden hacer las siguientes conclusiones:

1. El ciclo de vida de D. hominis fue completado en 86 días en promedio (huevo, 6 días; larvas criadas sobre cobayos, 47 días; pupa, 30 días; y, adulto, 3 días).
2. Las condiciones óptimas para la incubación de huevos fueron 25°C. de temperatura y 92,5% de humedad relativa (88,0% de eclosión). En estas condiciones el período de incubación fue de 6 días.
3. El período larval de las larvas criadas sobre cobayos fue de 47 días en promedio.
4. Existen tres categorías de longitudes de ganchos bucales y de esqueletos cefalofaríngeales que corresponden a tres estadios larvales. La primera categoría cuyo rango fue de 38 a 62 μ para los ganchos bucales y de 188 a 238 μ para los esqueletos cefalofaríngeales, pertenece al primer estadio larval. La segunda categoría, cuyo rango fue de 125 a 213 μ para los ganchos bucales y de 450 a 1,063 μ para los esqueletos cefalofaríngeales, pertenece al segundo estadio larval. La tercera categoría, cuyo rango fue de 80 a 1.050 μ para los ganchos bucales y de 1.875 a 2.250 μ para los esqueletos cefalofaríngeales, pertenece al tercer estadio larval.
5. Las larvas del primer estadio mudan a los 6-8 días y las del segundo a los 16-22 días. Sin embargo, la duración promedio ponderada del primer estadio larval fue de 3 días, la del segundo estadio de 12 y la del tercer estadio de 32.



6. El número de aberturas respiratorias en los espiráculos posteriores revelaron marcadas diferencias en los tres estadios larvales. Cada uno de los espiráculos posteriores tiene una abertura en el primer estadio, dos aberturas en el segundo y tres aberturas en el tercero.
7. La distribución de las espinas en los cuatro primeros segmentos abdominales de las larvas de los tres estadios, es diferente.
8. El período pupal de las larvas criadas sobre cobayos fue de 30 días, y el período pupal de las larvas criadas sobre ganado bovino fue de 32 días. Sin embargo estos períodos no son comparables, debido a que los materiales y métodos empleados son diferentes.
9. El promedio del período pupal de los machos y de las hembras fue de 30 y 32 días respectivamente, cuando las larvas fueron criadas sobre ganado bovino.
10. La humedad relativa óptima para la incubación de pupas fue de 92,5% (73,3% de emergencia de adultos) a 25°C.
11. En condiciones de cautividad y a 24-28°C. de temperatura y 60-80% de humedad relativa, la longevidad promedio de los adultos fue de 3 días.
12. En cautividad, las hembras adultas de D. hominis prefieren más a C. capitata para ponerle sus huevos que a M. domestica. El porcentaje promedio de eclosión de los huevos de D. hominis colocados sobre estos dos vectores fueron iguales (83,7% en C. capitata y 82,2% en M. domestica.)
13. La dosis de esterilización de los adultos de D. hominis es de 10,0 Kr. para las hembras y de 12,5 Kr. para los machos.

RESUMEN

El tórsalo, Dermatobia hominis (L., Jr.), es una de las plagas más importantes de las zonas ganaderas tropicales húmedas de Latinoamérica.

En la presente investigación se estudió el ciclo de vida de D. hominis y se determinaron el número exacto de estadios larvales, las condiciones óptimas de humedad y temperatura para el desarrollo de huevos y pupas, y la dosis de esterilización de los adultos con radiación gamma.

En esta investigación, se empezó extrayendo a mano larvas de D. hominis de ganado bovino, de las zonas de Tucurrique y Las Vueltas, Provincia de Cartago, Costa Rica. Estas larvas que empuparon en arena húmeda tuvieron un período pupal promedio de 32 días. El período pupal del macho fue de 30 días y el de la hembra de 32 días. Los adultos de D. hominis que iban emergiendo de las pupas fueron encerrados en jaulas y vivieron 3 días en promedio, a 24-28°C. y 60-80% de humedad relativa. En estas condiciones de cautividad, las hembras adultas de D. hominis prefieren más a C. capitata para ponerle sus huevos que a M. domestica. El promedio de eclosión de los huevos de D. hominis colocados sobre estos vectores fue relativamente igual.

Se infestaron dos grupos de cobayos con larvas de D. hominis recién eclosionadas de sus huevos. Con el fin de determinar el período larval, a los animales del primer grupo se encerraron individualmente en jaulas y se recogieron diariamente las larvas que iban abandonando a los hospederos. Este período fue de 47 días. Para poder determinar el número de estadios larvales, a los cobayos del segundo grupo, se extrajeron pasando un día a partir del momento de su infestación hasta los 50 días, de 10 a 15 larvas. La principal característica usada para identificar los diferentes estadios larvales fue la longitud de los ganchos bucales y la de los esqueletos cefalofaringeales, debido a que estas

estructuras no crecen durante un determinado estadio, si no únicamente cuando las larvas mudan de un estadio a otro. Los resultados de este estudio indican que existen tres categorías de ganchos bucales y de esqueletos cefalofariangeales, que corresponden a tres estadios larvales. Las larvas del primer estadio mudan a los 6-8 días y las del segundo a los 16-22 días. La duración promedio del primer estadio fue de 3 días, la del segundo estadio de 12 y la del tercer estadio de 32.

Los estudios sobre el número de aberturas respiratorias en los espiráculos posteriores revelaron marcadas diferencias en los tres estadios larvales. Cada uno de los espiráculos posteriores tiene una abertura en el primer estadio, dos aberturas en el segundo y tres aberturas en el tercero. También, se notó que la distribución de las espinas en los cuatro primeros segmentos abdominales de las larvas de los tres estadios, es diferente.

Se realizaron estudios para determinar las condiciones de humedad y temperatura óptimas para el desarrollo de huevos y pupas de D. hominis. La humedad relativa óptima para la incubación de huevos fue de 92,5 a 97,5%. El porcentaje más alto de eclosión (88,0%) ocurrió a 92,5% de humedad relativa. Las temperaturas óptimas para la incubación de huevos variaron de 20 a 30°C. En este rango de temperaturas la eclosión de los huevos alcanzó a 73,3 y 78,3%. La humedad relativa óptima para la incubación de pupas fue de 92,5%. El porcentaje más alto de emergencia de adultos (73,3%) ocurrió en esta humedad.

Con el fin de determinar el efecto de la radiación gamma en la fertilidad de D. hominis, pupas de 27 días de edad, provenientes de larvas extraídas de ganado bovino y llevadas a empupar en arena húmeda, fueron irradiadas con 1,0, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, y 12,5 Kr. Los adultos irradiados fueron encerrados por parejas con adultos normales para determinar la fertilidad de los individuos tratados. La dosis de esterilización de las hembras fue de 10,0 Kr. y la de los machos de 12,5 Kr.

SUMMARY

Torsalo, Dermatobia hominis (L., Jr.) is one of the most serious pest of cattle in humid tropical areas of Latin America.

The present work consists of studies on the life cycle of this insect. The exact number of larval instars and the duration of each stadium has been worked out. The optimum humidity and temperature conditions for the development of eggs and pupae has been investigated. The sterilization dose of male and female flies has been determined.

The mature D. hominis larvae were extracted from infested cattle in the field from regions of Las Vueltas and Tucurrique of Cartago Province, Costa Rica. The larvae were put in moist sand for pupation. The pupal periods for the male and female were 30 and 32 days, respectively. The average pupal period for both sexes was 32 days. Under laboratory conditions of 24-28°C temperature and 60-80% relative humidity, the average adult longevity was 3 days. In the laboratory D. hominis females showed preference to the medfly, Ceratitidis capitata Wied. over the common house fly, Musca domestica L. for the oviposition. The percent egg viability was the same for the egg masses deposited on both vectors.

Two groups of Guinea pigs were infested with newly emerged D. hominis larvae. Guinea pigs of the first group were caged individually to determine the larval period. The mature larvae leaving the host were collected daily from these animals. The average larval period was 47 days. The second group of Guinea pigs was used to determine the number of instars and the duration of each stadium. Beginning with the day of inoculation, 10-15 larvae were extracted every other day from infested Guinea pigs, up to a period of 50 days. The extracted larvae were killed and preserved for studying the morphological characters. The principal character used to determine the change of instars was the length of mouth hooks and the

cephalopharyngeal skeletons. These structures do not change their dimensions during a particular instar. They grow only when larvae passes from one instar to the other. Results from these studies clearly indicated that there were three different larval instars, based on three categories of mouth hooks and cephalopharyngeal skeletons. The first instar larvae molt at 6-8 days while the second at 16-22 days. The average larval period for the first, second and third instars were 3, 12 and 32 days, respectively.

Studies on the number of respiratory openings or respiratory slits in the posterior spiracles revealed differences in various instars. Each posterior spiracle has one opening in the first instar, two openings in the second and three openings in the third instar. The distribution of the spines in the first four abdominal segments of the larvae of the three instars was different.

Studies were carried out in order to determine the optimum humidity and temperature conditions for the development of D. hominis eggs and pupae. The optimum relative humidity for eggs incubation was 92,5 to 97,5%. The highest percent egg-hatch (88,0%) occurred at 92,5% relative humidity. The optimum temperature for the eggs incubation varied from 20-30°C. The egg-hatch at this range varied between 73,3-78,3%. The optimum relative humidity for incubation of pupae was 92,5%. The percentage of adult emergence (73,3%) is the highest at this humidity.

In order to determine the effect of gamma radiation on the fertility of D. hominis, 27 days old pupae were irradiated with 1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 and 12.5 Kr. (Kiloroentgens). Irradiated adults were caged in couples with normal adults in order to determine the fertility of treated individuals. The sterilization doses for females were 10.0 Kr and 12.5 Kr, respectively.

LITERATURA CITADA

1. ADAMS, P. G. et al. Torsalo fly control. *Agricultural Chemicals* 7(12): 33-35, 119, 121, 123. 1952.
2. ANDERSEN, E. H. Dermatobia hominis (Torsalo) its distribution and control in Central America and Panama. In CIRSA Meeting, 7th., Panamá, 1957. S.n.t. 36 p.
3. _____. Biology, distribution and control of Dermatobia hominis. *Veterinary Medicine* 55:72-78. 1960.
4. _____. The possibility of eradicating Dermatobia hominis by release of sterilized males. s.n.t. 12 p.
5. ANDRADE, E. N. DE. Pesquisas sobre o berne, sua frequência no homem, nos bovinos, suínos e equídeos e da aplicação de um novo método de provável eficiência para o seu combate. *Boletim Biológico (São Paulo)* 6:25-31. 1927.
6. ARTIGAS, P. DE T. y SERRA, R. G. Portadores de ovos de Dermatobia hominis (L. Jor., 1781). Actualização da lista de foréticos, com a enumeração de novos agentes transmissores do "berne". *Ciência e Cultura (Brasil)*
7. ATHANASSOF, N. O berne (Dermatobiose dos bovinos). *Revista de Agricultura (Brasil)* 21(5-6):227-232. 1946.
8. BATES, M. Mosquitoes as vectors of Dermatobia in eastern Colombia. *Entomological Society of America. Annals* 36(1):21-24. 1943.
9. BERG, G. H. El tórsalo. *Agricultura en El Salvador* 4(3):3-5. 1963.
10. BLANCHARD, R. Contributions a l'étude des Dipteres parasites. *Société Centrale de Médecine Vétérinaire. Bulletin* 62:120-136. 1893.
11. _____. Nouvelles observations sur les larves de Dermatobia noxialis. *Société Centrale de Médecine Vétérinaire. Bulletin* 14(2):527-538. 1896.
12. BORROR, D. J. y DELONG, D. M. An introduction to the study of insects. New York, Holt, 1964. 819 p.
13. COCKERELL, T. D. A. Dermatobia in Guatemala. *Entomologist* 47(611):131. 1914.
14. CREIGHTON, J. T. y NEEL, W. W. Biología y combate del tórsalo o nuche Dermatobia hominis (L., Jr.): reseña bibliográfica. *Turrialba (Costa Rica)* 2(2):59-65. 1952.
15. DALMAT, H. T. Cutaneous myiasis of the scalp due to Dermatobia hominis (Linnaeus Jr.) (Diptera; Cuterebridae). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 4(2):334-335. 1955.



16. DUNN, L. H. The tick as a possible agent in the collocation of the eggs of Dermatobia hominis (Linn.). Journal of Parasitology 4:154-158. 1918.
17. _____. Rearing the larvae of Dermatobia hominis (Linn.) in man. Psyche 37(4):327-342. 1930.
18. _____. Prevalence and importance of the tropical warble fly, Dermatobia hominis (Linn.) in Panama. Journal of Parasitology 20:219-226. 1934.
19. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Animal health yearbook. Rome, 1963. 399 p.
20. HUGH-JONE, M. E. The epidemiology of dermatobiasis. Unpublished M. P. H. Thesis. Tulane, University of Louisiana, 1964. 96 p.
21. JAMES, M. T. The flies that cause myiasis in man. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication n°631. 1947. 175 p.
22. KNAB, F. The life-history of Dermatobia hominis. American Journal of Tropical Disease and Preventive Medicine 1(6):464-467. 1913.
23. _____. Egg-disposal in Dermatobia hominis. Entomological Society of Washington. Proceedings 18(3):179-183. 1916.
24. KOONE, H. D. y BANEGAS, A. D. Biology and control of Dermatobia hominis in Honduras. Journal of Kansas Entomological Society 32(3):100-108. 1959.
25. LUTZ, A. Contribucões ao conhecimento dos Oestridoes brasileiros. Memo-rias do Instituto Oswaldo Cruz (Brasil) 9(1):94-113. 1917.
26. MATTA, A. DA. Consideracões sobre a Dermatobiase (Ura ou berne no Brasil). Amazonas Medico 3(9):2-15. 1920.
27. MAZZA, S. y RIOS, M. DE LOS. Primera comprobación de miasis cutánea por Dermatobia hominis en Jujuy. In Reun. Soc. Argent. Pat. Reg. Norte 7a., Tucuman, 1931. Buenos Aires, 1932. pp. 787-796. (Original no consultado; compendiado en Review of Applied Entomology (Ser. B) 21-48. 1933).
28. MENDEZ M., M. M. El neguvon en el tratamiento de la Dermatobia hominis. Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología (Venezuela) (1-8): 111-124. 1959-60.
29. MORALES, M. E. Algunas observaciones sobre el control del tórsalo en Costa Rica. In Int. Cong. Ent., 10th., Ottawa, 1958. Proceedings. pp. 751-756.
30. NEEL, W. W. The biology, life cycle, and control of Dermatobia hominis, Linn. Unpublished M. A. thesis. Gainesville, University of Florida, 1949. 95 p. (mecanografado)

31. NEEL, W. W. The biology and control of Dermatobia hominis (L., Jr.). Unpublished Ph. D. thesis. College Station, Texas Agricultural and Mechanical College, 1954. 67 p. (mecanografiado).
32. _____ et al. Ciclo biológico del tórsalo (Dermatobia hominis, L. Jr.) en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 5(3):91-104. 1955.
33. NEIVA, A. y GOMEZ, J. F. Biologia da mosca do berne (Dermatobia hominis) observada em todas as suas fases. Annaes Paulistas de Medicina e Cirurgia 8(9):197-209. 1917.
34. NEWSTEAD, R. y POTTS, W. H. Some characteristics of the first stage larva of Dermatobia hominis Gmelin. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 19(2):247-260. 1925.
35. ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA. Sanidad animal. Informes, Proyecto de plan de trabajo y presupuesto detallado. México, 1965. 225 p.
36. PENNINGTON, M. S. Notas sobre un caso de la enfermedad llamada "Ura" causada por la larva de la Dermatobia cyaniventris Macq. Physis. (Argentina) 4(18):557-558. 1919.
37. PEÑA CHAVARRIA, A. y KUMM, H. W. Algunas consideraciones generales sobre la miasis cutánea (tórsalo) en Costa Rica. Revista Médica (Costa Rica) 3(64):635-641. 1939.
38. PETERSON, A. y HAEUSSLER, G. T. Some observations on the number of larval instars of the oriental peach moth Laspeyresia molesta Busck. Journal of Economic Entomology 21:843-852. 1928.
39. PIRES, A. y BOERO, J. J. Miasis cutáneas. Revista de Medicina Veterinaria (Argentina) 44(6):383-390. 1963.
40. RIBEIRO, R. O berne. Correio Agricola (brasil) 4(9):257-260. 1926.
41. ROCHAC, A. Diccionario del café. New York, Oficina Panamericana del café, 1964. 490 p.
42. SQUIBB, R. L. Studies on the control of the nuche fly and cattle tick. Journal of Animal Science 4(3):291-296. 1945.
43. TOLEDO, A. A. Notas sobre a biologia e controle do berne. Biologico (Brasil) 14(11):264-267. 1948.
44. _____ y SAUER, F. H. Efeito de alguns insecticidas clorados sobre o berne. Biologico (Brasil) 16(2):25-34. 1950.
45. TOWNSEND, C. H. T. On the reproductive and host habits of Cuterebra and Dermatobia. Science 42(1077):253-255. 1915.
46. TRAVASSOS, L. Algumas observações sobre a Dermatobia hominis (L., Jr., 1781). Boletim Biologico (Sao Paulo) 18:35-38. 1931.

47. URBINA, O. Efecto del tórsalo (Dermatobia hominis, Linn, Jr. 1781) en la productividad del ganado de carne y algunos aspectos que determinan su infectación. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 79 p.
48. ULRICH, F. W. Mosquitoes of Trinidad. Agricultural Society on Trinidad and Tobago. Proceedings 13(10):525-530. 1913.
49. VIVAS-BERTHIER, G. El gusano de monte, de zancudo o de mosquito. Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología (Venezuela) 3(1-4):129-152. 1941.
50. WISTON, P. W. y BATES, D. H. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41(1):232-237. 1960.
51. ZELEDON, R. Anotaciones sobre una curiosa oviposición de la mosca del tórsalo en condiciones experimentales. (Diptera:Cuterebridae). Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 4(2):179-185. 1956.
52. _____. Algunas observaciones sobre la biología de la Dermatobia hominis y el problema del tórsalo en Costa Rica. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 5(1):63-75. 1957.



A P E N D I C E



Cuadro 14. Longitudes promedias de los ganchos bucales y de los esqueletos cefalofaringeales de los tres estadios larvales de Dermatobia hominis (L., Jr.)

Edad de las larvas (días)	N° total de larvas	Primer Estadio			Segundo Estadio			Tercer Estadio		
		N° Larvas	Longitud (μ) Ganchos bucales	Longitud (μ) Esquel. Cefalf.	N° Larvas	Longitud (μ) Ganchos bucales	Longitud (μ) Esquel. Cefalf.	N° Larvas	Longitud (μ) Ganchos bucales	Longitud (μ) Esquel. Cefalf.
0 +	100	100	42	215	0			0		
2	12	12	42	223	0			0		
4	15	15	45	247	0			0		
6	11	0	--	---	11	155	490	0		
8	14	1	48	248	13	181	522	0		
10	10	0			10	168	668	0		
12	11	0			11	188	783	0		
14	12	0			12	187	906	0		
16	13	0			12	176	971	1	800	2.100
18	10	0			7	179	963	3	842	2.175
20	11	0			2	188	982	9	867	2.186
22	11	0			1	175	938	10	925	2.360
24	10	0			0			10	905	2.277
26	10	0			0			10	928	2.325
28	10	0			0			10	938	2.358
30	10	0			0			10	938	2.350
32	10	0			0			10	928	2.298
34	10	0			0			10	975	2.410
36	10	0			0			10	988	2.433
38	10	0			0			10	983	2.473
40	10	0			0			10	945	2.320
42	10	0			0			10	920	2.283
44	10	0			0			10	925	2.260
46	10	0			0			10	945	2.248
50	10	0			0			10	905	2.275
Longitud promedio general			43	219		178	755		929	2.318

+ Larvas recién eclosionadas

Date Due

~~NOV 25 1986~~

~~8 MAR 1988~~

~~3 DE AGO 1988~~

~~12 MAY 1988~~

~~1988~~

~~DEVUELTO~~

~~DEVUELTO~~

~~DEVUELTO~~

~~DEVUELTO~~

~~DEV 2005~~



