

### Summary

*A group of 3611 third stage maggots of Dermatobia hominis, separated by weight in individual glass vials was used to study the effect of humidity on pupation. The vials were placed in closed glass containers at 26 ± 0.5°C. In a variation of this experiment maggots were placed in sand substrate at 0 and 100% humidity and controlled relative humidity (R.H.) of 10, 37 y 66%. In those containers, which were kept closed, there was no difference in pupae formation and later adult emergence. Pupation was affected when both the humidity of the substrate and external media were low case, mortality rate decreased when R.H. became higher. There was no difference in liquid losses in pupation of maggots with different body weight, at different substrate humidities in a closed container.*

*Apparently the internal humidity (by evaporation) in the container was sufficient for normal pupation. There was higher loss of weight when the pupae remained in an open container and when the substrate was dry and the external R.H. low. Maggots penetrated the substrate when there was some degree of humidity and mortality was high in very dry substrates. In wet substrates the rate of successful adult emergence is high and the percentage of adults from penetrating and non penetrating pupae is quite similar.*

### Introducción

**E**l tórsalo (*Dermatobia hominis*) es un insecto ectoparásito de América tropical y su distribución geográfica se extiende desde México hasta el norte de Argentina. Esta distribución tiende a circunscribirse dentro de un ámbito de condiciones climáticas y es relativamente abundante en aquellos lugares con temperaturas cálidas y alta precipitación pluvial. Las alturas elevadas limitan su distribución por efecto de la baja temperatura, que a su vez afecta a los vectores de sus huevos (2).

Según la literatura, dependiendo de la temperatura ambiente, el período pupal varía de 20 días como mínimo, hasta 73 días como máximo (9, 10). Zeledón (10) observó la duración de fase pupal a diferentes temperaturas y encontró que la pupación tardó 24 días a 28°C, 25 días a 26°C y 20 días a 30°C, a partir de larvas provenientes de bovinos e incubadas en un frasco de vidrio con tierra húmeda en el fondo. Neel *et al.* (8) y Urbina (9) utilizaron como sustrato distintos tipos de suelo bajo dos condiciones extremas de humedad e intensidad de iluminación variables y concluyeron que ni los tipos de suelo ni la intensidad de luz tuvieron influencia en la duración del período pupal. Sin embargo, estos autores hacen saber que los suelos en que mejor se desarrolló la fase pupal y del que emergió un mayor número de adultos fueron los que estuvieron a la sombra y se mantuvieron húmedos.

Zeledón (11) en sus ensayos sobre pupación en condiciones de laboratorio, a temperatura ambiente y utilizando diversos sustratos, tales como paja de madera, serrín, tierra húmeda, tierra seca y recipientes

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 30 de marzo de 1983  
Agradecemos al Ing. Luis Fernando Jirón, la Dra. Sandra Silva su valiosa colaboración en diversas fases de este trabajo y al personal de la Unidad de Ecología Médica del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) por su valiosas y oportunas ayudas.

\* Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional y Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica.

tes limpios con papel secante en el fondo, no encontró diferencias apreciables en cuanto al efecto en la capacidad de pupación y en la viabilidad de las pupas en esos medios.

Este trabajo tiene por objetivos dar a conocer el efecto de diversos grados de humedad, tanto en el sustrato como en el ambiente, en la obtención de pupas; la influencia del peso larval en la pupación y su relación con la emergencia de machos y hembras adultas; algunos aspectos fisiológicos tales como la pérdida de líquido por parte de la larva al pupar bajo diferentes humedades y finalmente la capacidad de las larvas de enterrarse en arena con diversos grados de humedad.

### Materiales y métodos

Se utilizaron 3611 larvas de *Dermatobia* de tercer estadio obtenidas de bovinos. Estas se lavaron tres veces en solución salina (0.85%), se colocaron inmediatamente durante 30 min. en papel absorbente y posteriormente fueron pesadas en una balanza analítica Mettler H3AR. Para cada grado de humedad se distribuyeron las larvas en forma equitativa por peso.

Cada individuo fue colocado separadamente en un pequeño frasco de vidrio de 2 cm de diámetro por 8 cm de altura que contenía 14.0 g de arena de río ( $\pm 2$  cm de altura) previamente secada a 200°C durante dos horas. Se determinó que 2.0 ml era la cantidad de agua que saturaba los 14.0 g de arena.

Los niveles de humedad de la arena de 100, 50, 25 y 0% se lograron adicionando 2.0, 1.0, 0.5 y 0.0 ml de agua. Los frascos con diferente nivel de humedad se colocaron tapados con gasa en un recipiente de vidrio de 12 cm de diámetro por 21 cm de altura, cerrado con tapa metálica de rosca a  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ . Una variación del experimento se hizo con larvas puestas en frascos con sólo 0% y 100% de humedad del sustrato respectivamente y colocadas en recipientes que permanecieron destapados con 10, y 37 y 66% de humedad relativa (H.R.) constantes en promedio en estufas adaptadas para ello.

En otro experimento se separaron las larvas en seis grupos, con un ámbito de peso de 50 a 100 mg. Los machos y las hembras se identificaron por el tamaño del quinto segmento abdominal de acuerdo a Banegas y Mourier (1).

Para determinar la pérdida de líquido, las larvas se separaron en cuatro grupos según el peso con un ámbito de 100 mg. Ocho días después las pupas fueron sacadas de sus frascos, limpiadas con una escobilla fina y pesadas individualmente.

Se consideró como penetradas en el sustrato aquellas larvas que desaparecían de la superficie de la arena después de 72 horas.

El recuento de las pupas se hizo al tercer día y el de los adultos diariamente hasta 35 días de iniciada la fase pupal.

Como los adultos que emergieron bajo las condiciones experimentales de este estudio presentaron anomalías, se consideraron normales aquellos individuos que lograron recoger el saco plúvico y extendieron completamente las alas. Con el objeto de determinar si estas anomalías observadas se debían a la limitación de espacio, se hizo un experimento adicional en el cual ocho días después de que cada larva pupaba en el frasco se trasladaba a un recipiente grande como los ya descritos.

### Resultados

La fase pupal demoró entre 25 y 31 días en los grupos estudiados con diferente humedad. El Cuadro 1 muestra que con diferentes grados de humedad en el sustrato de arena, no hubo diferencias significativas en la formación de pupas ni en la obtención posterior de adultos. En el caso de frascos abiertos, la pupación se afectó aun cuando la humedad del sustrato fue muy baja y cuando se acompañó de una humedad relativa del aire también baja (Cuadro 2). Sin embargo, si ambas humedades llegan a ser muy bajas, durante el periodo pupal, la tasa de mortalidad de las pupas llega incluso al 100%. La tasa de sobrevivencia mejora notablemente si la humedad relativa del aire aumenta, pero sin alcanzar los valores que se obtienen con humedades más altas (Cuadro 1). Las diferencias en las emergencias de adultos del Cuadro 1 comparadas con las del segundo y tercer experimentos (Cuadro 2), son estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ).

En las Figuras 1 y 2 se observa la influencia del peso de la larva en la pupación. Los grupos que van de 350 a 500 mg en peso tienen porcentajes de pupación menores que aquéllos cuyo ámbito oscila entre 501 y 750 mg ( $P < 0.01$ ). Puede también deducirse que las probabilidades de obtener machos son más altas en el grupo de peso menor de 550 mg.

La Figura 3 muestra que no hubo diferencia significativa en el porcentaje de líquido perdido, por las larvas a 100, 50, 25 y 0% de humedad cuando el recipiente permaneció cerrado. Esto es también cierto independientemente del peso de los distintos grupos de larvas (Cuadro 3). Sin embargo, hubo una considerable pérdida de líquido con diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) cuando las larvas fueron colocadas en are-

Cuadro 1. Pupas obtenidas y adultos emergidos de 879 larvas de *D. hominis* colocadas en recipientes de vidrio cerrados con sustrato de arena a diferentes humedades y 26°C.

Humedad del sustrato (%)	No. inicial de larvas observadas	No. de larvas que puparon (%)	No. de adultos emergidos (%)
100	218	141 (64.7)	115 (81.6)
50	218	142 (65.1)	109 (76.8)
25	170	110 (64.7)	91 (82.7)
0	273	184 (67.4)	137 (74.5)

Cuadro 2. Pupas obtenidas y adultos emergidos de 732 larvas de *D. hominis* colocadas en recipientes de vidrio destapados y con sustrato de arena a diferentes humedades y 26°C.

Humedad del sustrato (%)	Humedad relativa del aire (%)	No. inicial de larvas observadas	No. de larvas que puparon (%)	No. de adultos emergidos (%)
0	10	124	58 (46.8)	0
0	37	223	73 (32.7)	10 (4.5)
0	66	131	92 (70.2)	17 (18.5)
100	10	124	87 (70.2)	0
100	66	130	100 (79.2)	86 (86.0)

na seca y el frasco permaneció destapado en un ambiente externo con una baja humedad relativa.

Como puede observarse en el Cuadro 4, un mayor número de larvas logran penetrar cuando la humedad del sustrato varió entre 25 y 50%. En el sustrato saturado, el número de larvas que penetra tiende a disminuir observándose una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.01$ ), mientras que en el sustrato seco, no penetran del todo. Sin embargo, el número que penetran en el suelo saturado de humedad tiende a pupar en su totalidad y en este caso, presentan una tasa de emergencia de adultos muy alta. Esta última condición no sucede en igual grado en el sustrato con las otras dos humedades aunque el porcentaje de pupación se mantiene alto en ambos casos y la diferencia no es estadísticamente significativa.

En el Cuadro 5 se observa que el índice de pupación tiende a bajar en aquellas larvas que no penetran al disminuir la humedad de sustrato de 100 a 25% y vuelve a aumentar en condiciones de 0% de humedad en ambiente cerrado. Cuando la humedad del sustrato es de 10% ó 37% de humedad relativa en el recipiente abierto, las larvas no sólo no penetran sino que también tienen una tasa de pupación y emergencia de adultos muy bajas. La diferencia entre las larvas que pupan después de penetrar en humedades del sustrato de 25 a 100% y aquellas que pupan sin penetrar a las mismas humedades es estadísticamente significativa ( $P < 0.01$ ). El número de adultos emergidos en frasco cerrado de aquellas larvas que pupan ya sea penetrando o no, es semejante.

Como se indica en el Cuadro 6, el número de adultos anormales en todas las humedades es alto (apro-

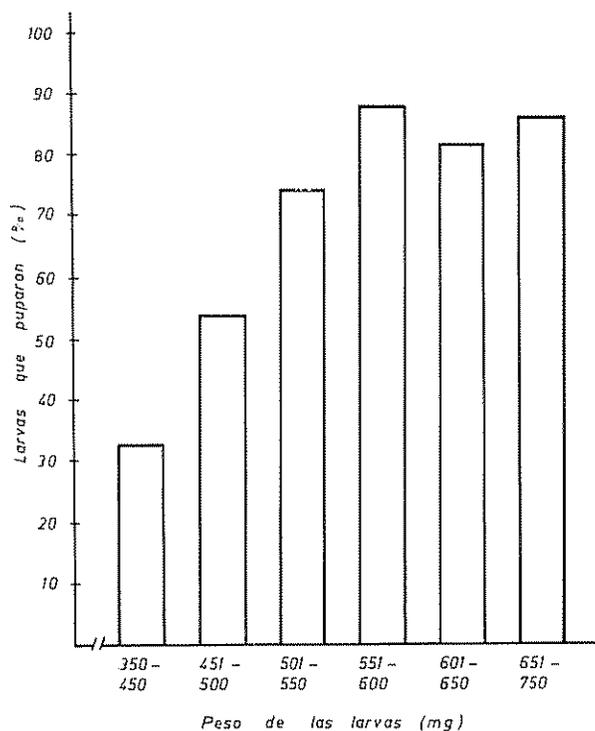


Fig 1 Influencia del peso de larvas de *D. hominis* en la pupación en sustrato de arena a 26°C de temperatura constante

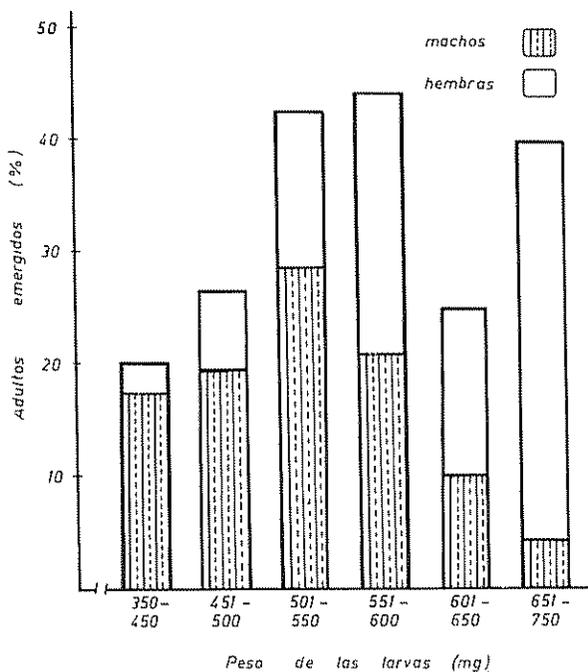


Fig 2 Influencia del peso en larvas de *D. hominis* en el número de adultos machos y hembras emergidos en sustrato de arena a 26°C tomados de varios experimentos

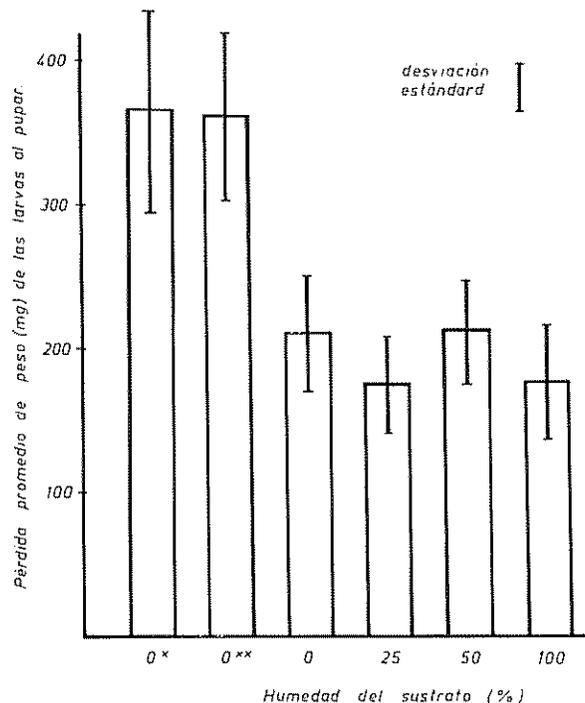


Fig 3 Líquido perdido por larvas de *D. hominis* que puparon en sustrato de arena con diferentes porcentajes de humedad a 26°C. + Recipientes destapado y 37% de H.R.; ++ Recipiente destapado y 10% H.R.

ximadamente la mitad de ellos); no obstante ningún adulto emergido en recipientes grandes presentó anomalías.

#### Discusión y conclusiones

Los resultados muestran que en condiciones de sequía en el sustrato y en el aire el número de larvas que logran pupar es bajo y más bajo aún el número de moscas que emergen posteriormente, ya que bajo estas condiciones, la mosca generalmente no llega a formarse dentro del pupario. Cuando el sustrato es seco pero el recipiente se mantiene cerrado, el líquido eliminado por la larva es suficiente para aumentar la H.R. del aire y permitir la pupación y una tasa satisfactoria de emergencia de adultos. Esto concuerda en parte con lo observado por Moya (6) quien encontró diferencias significativas en la emergencia de adultos después de haber sometido las larvas y sus pupas a diferentes humedades relativas en el medio ambiente externo; a 25°C y una H.R. de 92% la emergencia de los adultos fue de 73.3%, mientras que a la misma temperatura pero con H.R. de 62.5 y 75.5% no hubo emergencia de adultos.

No se conoce estudios ecológicos, en condiciones de campo, sobre niveles de humedad, temperatura y periodos de lluvia en relación a las densidades de

Cuadro 3. Relación del peso de larvas de *D. hominis* con la pérdida de líquido al pupar en sustrato de arena a 100, 50, 25 y 0% de humedad en recipiente mantenido tapado a la temperatura de 26°C.

Ambito de peso de las larvas (mg)	No. inicial de larvas	No. de pupas %	Peso (X) de las larvas antes de pupar. ± D.E. (mg)	Peso (X) de las pupas obtenidas ± D.E. (mg)	Pérdida de peso (X) (en líquido de la larva). ± D.E. (mg)
350-450	263	67 (41.1)	415.4 ± 24.6	273.8 ± 48.5	141.6 ± 44.2 (34.1%)
451-550	238	139 (58.4)	503.8 ± 43.3	338.6 ± 47.3	165.3 ± 50.5 (32.8%)
551-650	169	139 (82.3)	590.6 ± 44.2	389.5 ± 48.2	201.1 ± 43.5 (34.1%)
651-750**	111	102 (91.9)	717.0 ± 41.9	460.1 ± 73.5	256.8 ± 60.6 (35.8%)

\* Se tomó como punto de referencia el peso inicial de la larva y el resultante de la pupa correspondiente.

\*\* 21 larvas pesaron más de 750 mg y fueron incluidas en este grupo.

± D.E. Desviación estándar.

Cuadro 4. Capacidad de penetración de 423 larvas de *D. hominis* en arena con diferentes humedades en recipientes mantenido cerrado a 26°C y número de adultos emergidos de sus respectivas pupas.

Humedad del sustrato (%)	No. inicial de larvas	No. de larvas que penetraron (%)	Número de larvas que penetraron y que puparon (%)	No. de adultos emergidos (%)
100	112	35 (31.2)	35 (100)	30 (85.7)
50	105	63 (59.5)	49 (77.8)	34 (69.4)
25	112	59 (51.8)	52 (88.1)	40 (76.9)
0	104	0	0	0

población de *Dermatobia*. La respuesta de esta mosca a estos factores ambientales en condiciones de laboratorio sugiere que, en términos generales, las zonas definidas por Holdridge (3) en Costa Rica como bosque húmedo bajo y bosque premontano húmedo parecen ser zonas con mayor incidencia de parasitismo por *D. hominis*. Al mismo tiempo, las zonas definidas como bosque tropical seco con baja humedad, alta temperatura y períodos estacionales bien marcados, tienen una incidencia baja (5, 7). Esto concuerda con la observación empírica de que el número de larvas obtenidas de bovinos fue menor en época seca (diciembre-abril) que en época lluviosa (mayo-noviembre).

Los resultados sobre el efecto de la humedad del sustrato en la pupación amplían lo afirmado por Neel *et al.* (7) y Urbina (9), quienes encontraron que la humedad del suelo tienen una influencia favorable en la emergencia de adultos; también observaron un porcentaje de emergencia muy bajo después de colocar larvas maduras a pupar en suelos secos. Sin embargo, se debe suponer que estos autores trabajaron en un ambiente permanentemente seco, puesto que parece ahora claro que la simple ausencia de humedad en el sustrato no es suficiente para producir una tasa de emergencia de adultos tan baja. No obstante, Koone y Banegas (4) observaron que la emergencia de los adultos está influenciada por la cantidad de

Cuadro 5. Observaciones con 780 larvas de *D. hominis* que no penetraron en la arena con diferentes humedades en recipientes mantenido cerrado a 26°C y número de adultos emergidos de sus respectivas pupas.

Humedad del sustrato (%)	No. inicial de larvas (%)	No. de larvas que no penetraron (%)	No. de larvas que no penetraron y puparon (%)	No. de adultos emergidos (%)
100	112	77 (68.8)	39 (50.6)	32 (82.1)
50	105	42 (40.5)	17 (40.5)	14 (82.4)
25	112	53 (49.2)	21 (39.6)	16 (76.2)
0	104	104 (100)	66 (63.5)	46 (69.7)
0*	223	223 (100)	73 (32.7)	10 (4.5)
0*	124	124 (100)	58 (46.8)	0

\* Recipiente destapado y 37% de H.R.

\*\* Recipiente destapado y 10% de H.R.

Cuadro 6. Grado de anormalidad de adultos de *D. hominis* obtenidos a 26°C cuya pupación se realizó en frasco pequeño con sustrato de arena a diferentes humedades.

Humedad del sustrato (%)	No. de pupas observadas	No. de adultos emergidos (%)	No. de adultos anormales (%)
100	125	103 (82.4)	49 (47.6)
50	136	116 (85.3)	64 (55.2)
25	102	81 (79.4)	55 (67.9)
0	161	119 (73.9)	51 (42.8)

agua del suelo. Los resultados de este estudio permiten concluir que para la obtención experimental de una tasa alta de pupación y la posterior emergencia de adultos es necesaria una humedad ambiental alta, independientemente de la cantidad de agua del sustrato. Esto implica que durante la época seca, en que la humedad ambiental baja considerablemente, el ciclo de *D. hominis* debe verse interrumpido.

El bajo porcentaje de pupación de aquellos grupos de larvas de menor peso probablemente se

debe a la inmadurez fisiológica de la larva. La diferencia de peso y tamaño corporal entre los dos sexos de *D. hominis* ya había sido sugerida por Neiva y Gomes (8).

Es posible inferir que para la formación de la pupa debe existir un tamaño y un peso mínimo en la larva de tercer estadio, necesarios para que la pupación se realice normalmente, e inclusive este tamaño mínimo aceptable puede ser diferente para el macho y para la hembra. No obstante, se demostró que no hay un límite fijo de peso que permita predecir con absoluta

certeza el futuro sexo de la mosca, se encontró que aquellas larvas que pesan menos de 550 mg producen una mayoría de machos, las que pesan entre 550 y 600 mg presentan una probabilidad similar en la producción de machos y hembras y finalmente pesos sobre los 600 mg conducen a la obtención de un mayor número de hembras.

El porcentaje de líquido o peso perdido por la larva sugiere que éste es independiente de la humedad del sustrato en un amplio ámbito, pero es afectado en condiciones de sequía constante del ambiente y su consiguiente alta evaporación. En este caso, la larva tiende a eliminar mucho más líquido y esto repercute en la viabilidad de la pupa. Esto último lleva a la conclusión de que el estado pupal del tórsalo es una fase crítica y limitante cuando las poblaciones de *Dermatobia* son sometidas a sequías prolongadas. El efecto deletéreo de esta sequía se debe al mayor porcentaje de líquido que la larva está obligada a perder, produciéndose una deshidratación exagerada de la misma pupa. Durante el proceso de pupación existe un límite máximo proporcional de pérdida de líquido compatible con la formación del adulto. Esto se corroboró al disecar los puparios cuyos adultos no emergieron ya que estos especímenes no habían logrado formar el imago observándose en su lugar una masa reseca amarillenta. No obstante, no se puede descartar que la deshidratación de la pupa continúe durante todo el período pupal si se mantiene la humedad del ambiente muy baja.

La cantidad de líquido perdido por las larvas varía dentro de un amplio ámbito de peso, pero es proporcional al peso de la larva, representando en condiciones normales aproximadamente un tercio de su peso inicial.

Los datos en los Cuadros 4 y 5 sugieren que es necesario un determinado porcentaje de humedad en la arena para que la larva penetre y se proteja contra la desecación. Esto no concuerda con lo observado por Neel *et al* (7) y por Urbina (9) quienes aseguran que las larvas se enterraron en distintos tipos de suelo seco. Sin embargo, Urbina (9) atribuye la poca emergencia de moscas de suelo seco a la incapacidad de las larvas para pupar en condiciones de sequía, así como a su baja penetración. En el caso de sustrato seco sometido a evaporación constante en donde las larvas no penetran del todo, el porcentaje de pupas viables fue muy bajo o nulo. Esto parece señalar un mecanismo compensatorio bajo condiciones extremas de sequía, en donde a la larva le conviene más no penetrar para no someterse a un ambiente de mayor sequía. Esto es posible que sea el caso bajo condiciones de sombra permanente, ya que cuando las pupas están expuestas al sol las

posibilidades de viabilidad son mínimas. Zeledón (10) había observado que el sustrato parecía actuar como simple absorbente del exceso de humedad que la larva debe eliminar durante el proceso de pupación. Ante esta última suposición, la larva madura no tendría necesidad de penetrar en el sustrato. Esta observación parece no ser correcta ya que, la información aquí presentada señala que bajo condiciones normales, la penetración es una fase que favorece la pupación.

La falta de recogimiento del saco ptilínico y de extensión de las alas en los frascos pequeños se debió a la falta de espacio que limitó el movimiento.

### Resumen

Se utilizaron 3611 larvas de *Dermatobia* de tercer estadio, separadas según el peso y colocadas en pequeños frascos con arena de río sin tapa con diferentes cantidades de agua (0, 25, 50 y 100 de saturación). Los frascos correspondientes a cada humedad fueron colocados en recipientes cerrados a  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ . Una variación de este experimento se hizo con larvas colocadas en frascos con sólo 0% y 100% de humedad del sustrato en recipientes que permanecieron destapados en estufas con 10, 37 y 66% de humedad relativa (H.R.) en promedio en estufas adaptadas para ello.

En los frascos que permanecieron cerrados, no hubo diferencias en la formación de pupas ni en la obtención de adultos. La pupación fue afectada cuando la humedad del sustrato y ambiental fueron muy bajas. En este caso la tasa de mortalidad de las pupas alcanzó el 100%. Esta tasa bajó sólo cuando la H.R. del aire fue aumentada.

No hubo diferencia en el porcentaje de líquido perdido al pupar en las larvas con distintos ámbitos de peso, en arena húmeda o seca cuando el recipiente permaneció cerrado; la humedad atrapada en el recipiente fue suficiente para la pupación normal. Hubo una mayor pérdida de peso cuando las larvas puparon en arena seca y el frasco permaneció destapado en ambiente con H.R. baja.

Las larvas penetran en el sustrato cuando hay humedad; si éste es seco no penetran del todo y en este caso el porcentaje de adultos que emergen es muy bajo o nulo. En sustratos húmedos el número de adultos emergidos de larvas que pupan y que penetran o que permanecen en la superficie es semejante.

## Literatura citada

1. BANEGAS, A. D., MOURIER, H. y GRAHAM, O. H. Laboratory colonization of *Dermatobia hominis* (Diptera: Cuterebridae). *Annals of the Entomological Society of America* 60:511-514. 1967.
2. CREIGTON, J. T. y NEEL, W. W. Biología y combate del tórsalo o nucho, *Dermatobia hominis* (L.Jr.): Reseña bibliográfica, Turrialba 2:59-65. 1952.
3. HOLDRIDGE, R. L. Life Zone Ecology. San José, Costa Rica, Tropical Sciences Center, 1967. 206 p.
4. KOONE, H. D. y BANEGAS, A. D. Biology and control of *Dermatobia hominis*. *Journal of Kansas Entomological Society* 32:100-108. 1959.
5. MORALES, E. Algunas observaciones sobre el control del tórsalo en Costa Rica. *Proceedings 10th. International Congress of Entomology (Montreal)* 3:751-756. 1956.
6. MOYA, G. Estudios sobre la biología, morfología y esterilización del tórsalo, *Dermatobia hominis* (L.Jr.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1966. 63 p.
7. NEEL, W. W., *et al.* Ciclo biológico del tórsalo (*Dermatobia hominis*, L.Jr.) en Turrialba, Costa Rica. *Turrialba* 5:91-104. 1955.
8. NEIVA, A. y GOMES, J. F. Biología da mosca do berne (*Dermatobia hominis*) observada em todas suas phases. *Annaes Paulista de Medicina e Cirurgia* 8:197-209. 1917.
9. URBINA, O. Efecto del tórsalo (*Dermatobia hominis*, L.Jr.) en la productividad del ganado de carne y algunos aspectos que determinan su infestación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1954. 79 p.
10. ZELEDON, R. Algunas observaciones sobre la biología de la *Dermatobia hominis* y el problema del tórsalo en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 5:63-75. 1957.
11. ZELEDON, R. La familia Cuterebridae (Diptera: Cyclorrhapha) y el problema del tórsalo. *O'Bios* 3:17-23. 1962.