

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA

ECOLOGIA Y SUSCEPTIBILIDAD DE
Helisoma trivolvis A LA INFECCION
CON Angiostrongylus costaricensis.

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

HERNAN CAMACHO VINDAS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

==1979==

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA

ECOLOGIA Y SUSCEPTIBILIDAD DE Helisoma trivolvis A LA INFECCION
CON Angiostrongylus costaricensis

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

Hernán Camacho Vindas

CIUDAD UNIVERSITARIA "RODRIGO FACIO"

1979

ECOLOGIA Y SUSCEPTIBILIDAD DE Helisoma trivolvis
A LA INFECCIÓN CON Angiostrongylus costaricensis

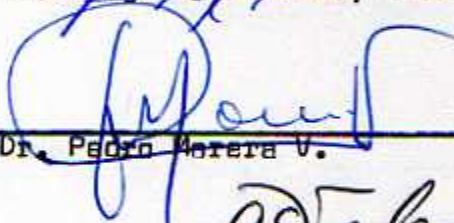
HERNAN CAMACHO VINDAS

TESIS PRESENTADA A LA ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

APROBADA


Dr. Jorge Jiménez J., Ph.D.

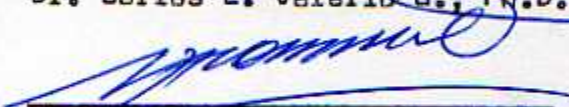
Director de Tesis


Dr. Pedro Herrera V.

Miembro del Tribunal


Dr. Carlos E. Valerio G., Ph.D.

Miembro del Tribunal


Dr. Luis A. Fournier O., Ph.D.

Miembro del Tribunal


p/ Dra. Eugenia M. Flores V., Ph.D.

Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

A mis hijos...mi esposa y
mis padres.

AGRADECIMIENTO

Al concluir este trabajo, siento un gran compromiso con muchos amigos y profesores, cuyo aliento, esfuerzo y colaboración permitieron que llegase este día.

De todos ellos, quiero destacar mi profundo agradecimiento al Dr. Jorge Jiménez porque siempre me ha distinguido con su amistad y su consejo franco y sincero...por el apoyo, confianza y enseñanza que inmerecidamente me ha regalado.

Al gran maestro y parasitólogo costarricense, Dr. Pedro Morera Villalobos, por su estímulo, sugerencias y facilidades que me ha brindado en su laboratorio; por la paciente discusión del manuscrito y la gran cantidad de consejos que en el desarrollo de este trabajo me prodigó.

Al eminente profesor M.Sc. Miguel Muñiz Leal, de la Universidad de Estado de Rio de Janeiro, por haberme enseñado el camino y guiado mis primeros pasos en el estudio de los Planorbídeos.

A la Dra. Eugenia Ma. Flores V., por la exhaustiva revisión del manuscrito, sus observaciones y consejos.

A los Drs. Carlos E. Valerio y Luis A. Fournier, por sus sugerencias.

Al M.Sc. Carlos R. Villalobos, Lic.. Myrna I. López y M.Sc. William A. Bussing por el apoyo que me brindaron para concluir esta investigación.

No puedo omitir de esta lista a mi amigo Guillermo Mata, al Lic. Luis E. Arias, a los biólogos Walter González y Marta Conejo y a Nora Ma. Rojas, quienes en muy diversas ocasiones colaboraron desinteresadamente para que este trabajo llegara a feliz término.

Y a muchos otros amigos y familiares que con su estímulo y consejos hicieron posible esta investigación.

A todos...muchas gracias.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Contenido.....	v
Lista de cuadros.....	vi
Lista de figuras.....	vii
Introducción.....	1
Revisión de Literatura: <u>Helisoma trivolvis</u>	3
<u>Angiostrongylus costaricensis</u>	9
Materiales y Métodos.....	14
Resultados.....	19
Discusión.....	43
Literatura Citada.....	68

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro No</u>		<u>Página</u>
1	Localidades donde se colectó <u>Helisoma trivolvis</u>	20
2	Clasificación de las áreas estudiadas según el sistema de zonas de vida de Costa Rica.....	21
3	Características generales de los ambientes que ocupa <u>Helisoma trivolvis</u>	22
4	Clasificación de las áreas de distribución estimada de <u>H. trivolvis</u> de acuerdo al movimiento de agua.....	24
5	Número de huevos, de cápsulas y porcentaje de huevos por cápsula de <u>H. trivolvis</u> criados en el laboratorio (3 meses de edad).....	26
6	Número de huevos por cápsula de ejemplares adultos de <u>Helisoma trivolvis</u> en diferentes condiciones.....	27
7	Diámetro de la concha de <u>Helisoma trivolvis</u> de un mes de edad desarrollados en el laboratorio a 85 C, con aereación artificial.....	28
8	Diámetro de la concha de <u>Helisoma trivolvis</u> de diferentes edades, desarrollados en el laboratorio a temperatura ambiente.....	29
9	Tamaño promedio y tasa de crecimiento diario de <u>Helisoma trivolvis</u> de diferentes edades, desarrollado en el laboratorio a temperatura ambiente.....	30
10	Diámetro de la concha de caracoles adultos de <u>Helisoma trivolvis</u> de diferentes localidades de Costa Rica.....	31
11	Diámetro de la concha de <u>Helisoma trivolvis</u> colectados en el río Purires (Cantón del Guarco, Provincia de Cartago).....	

Cuadro NQPágina

12	Resistencia a la desecación total de 60 caracoles de <u>H. trivolvis</u> de la Estación Experimental "Fabio Baudrit".....	35
13	Resistencia a la desecación total de 30 caracoles (<u>Helisoma trivolvis</u>) de río Purires (Cantón El Guarco, Provincia de Cartago).....	36
14	Número y porcentaje de huevos sin embrión de 12 cápsulas de huevos de <u>H. trivolvis</u> desarrollados en laboratorio.....	37
15	Vegetales que puede utilizar <u>H. trivolvis</u> como alimento.....	39
16	Infección de <u>H. trivolvis</u> y <u>B. glabrata</u> con <u>Angynstrongylus costaricensis</u>	40
17	Promedio de larvas de tercer estadio por caracol desarrolladas en <u>H. trivolvis</u> de diferentes localidades de Costa Rica y <u>Biomphalaria glabrata</u>	
18	Hoja "Colecta de Moluscos de Agua Dulce".....	

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No</u>		<u>Página</u>
1	Detalle de los dientes de la rádula de <u>H. trivolvís</u>	58
2	Órgano prepuccial de <u>H. trivolvís</u>	58
3	Glándula prostática de <u>H. trivolvís</u>	60
4	Área estudiada y de distribución estimada <u>H. trivolvís</u> en Costa Rica.....	62
5	Áreas de precipitación pluvial menor de 3000 mm por año en Costa Rica y sitios donde se colectó <u>H. trivolvís</u>	64
6	Área de precipitación pluvial mayor de 4000 mm por año en Costa Rica y sitios donde se colectó <u>H. trivolvís</u>	66

ECOLOGIA Y SUSCEPTIBILIDAD DE Helisoma trivolvis A LA
INFECCION CON Angiostrongylus costaricensis

INTRODUCCION

El interés por el estudio de la ecología de los planorbídeos (Mollusca: Planorbidae) está íntimamente asociado con el descubrimiento de su participación en los ciclos de vida de Schistosoma haematobium y S. mansoni descubierto por Leiper en 1915 (Citado por Pessoa y Martins, 1974). Después de este estudio varios autores (Barlow, 1933; Faust y Hoffman, 1934; Brumpt, 1941 y Scott, 1942) realizaron una serie de investigaciones para dilucidar los aspectos más importantes de su biología.

Al ampliarse el conocimiento de la ecología de estos moluscos, se tuvo una idea más clara sobre la magnitud del problema que representa el control de sus poblaciones, que es en apariencia la medida más indicada en la prevención de la esquistosomiasis.

La investigación de productos químicos capaces de actuar como "muscocidas" constituye una parte importante del esfuerzo realizado para tratar de controlar esta parasitosis en el hombre. Al respecto, son notables las contribuciones realizadas por Rey (1956); Organización Mundial de la Salud (1957 y 1965); Perlowagora (1956 y 1967); Andrade (1959); Freitas (1973) y Cunha (1970).

La morbilidad, gravedad y mortalidad de la esquistosomiasis en el mundo, no debe opacar, sin embargo, la importancia que tienen otras en

fermedades parasitarias en cuyo ciclo participan moluscos. Sería largo enumerarlas todas, pero sí podemos señalar que parasitosis como la fascioliasis (Castro, 1948), la paragonomiasis (Morera, 1968) y la angiostrongiliasis abdominal (Morera y Céspedes, 1971) han sido encontradas en nuestro país afectando la salud del hombre. A estos estudios debemos agregar el reciente hallazgo en Costa Rica de Biomphalaria straminea (Camacho y Morera, 1979), huésped potencial de Schistosoma mansoni.

Malack y Chen (1974) y Olsen (1974) señalan varios parásitos de animales que utilizan a especies del género Helisoma como huéspedes intermediarios, pero ninguno de ellos a excepción de Echinostoma revolutum (Olsen, 1974), es de interés humano. Sin embargo, Yousif y Lammeder (1975) quienes estudiaron la susceptibilidad de algunos moluscos de agua dulce a la infección por Angiostrongylus cantonensis encontraron que algunas especies del género Helisoma se podían infectar experimentalmente con este parásito. Basados en esta experiencia y en nuestras observaciones acerca de la presencia de Helisoma trivolvis en ambientes dulceacuícolas del Valle Central de nuestro país, se decidió investigar el papel de este caracol en el ciclo evolutivo de un strongiliden (Angiostrongylus costaricensis n.sp.) de importancia en salud humana encontrado en Costa Rica por Morera y Céspedes (1971).

REVISION DE LITERATURA

Helisoma trivolvis:

Los moluscos del género Helisoma pertenecen a la clase Gastropoda, orden Pulmonata. Este orden comprende los moluscos de agua dulce del sub-orden Basommatophora (Pessoa y Martins, 1974) que presentan un sólo par de tentáculos con los ojos situados en la base de los mismos. Pessoa y Martins (1974) dividen el sub-orden en seis familias: Lymnaei - dae, Bulinidae, Planorbidae, Physidae, Ancyliidae y Chiliniidae. Maleck y Chen (1974) consideran que Pulmonata es una sub-clase de Gastropoda y elevan a la categoría de orden a Stylommatophora y Basommatophora agregando Systellommatophora como nuevo orden a la sub-clase; el orden Basommatophora lo dividen en cuatro familias: Physidae, Lymnaei - dae, Ancyliidae y Planorbidae, dentro de la cual se sitúa el género Helisoma.

Todos los moluscos de la familia Planorbidae son pulmonados de agua dulce con un solo par de tentáculos finos y cilíndricos, la concha enrollada en espiral plana, sin opérculo; hermafroditas con orificios ge nitales que se abren en el lado izquierdo (Lima, 1965; Pessoa y Martins, (1974). Maleck y Chen (1974) consideran que la familia tiene otras características como la variabilidad del complejo peneal, aunque siempre incluye un prepucio y un saco vérgico. La rádula está conformada por una hilera central de dientes bicúspides, hileras largas de dientes laterales bi o tricúspides y dientes marginales largos, anchos y multicúspides (Fig. 1). En el lado izquierdo tienen una gran pseudobranquia y su hemolinfa contiene hemoglobina.

En el sistema de clasificación propuesto por Baker (Pessoa y Martins, 1974) la familia Planorbidae se dividió en cuatro sub-familias, con base en la conformación de los órganos genitales. Estas sub-familias son: Segmentininae, Planorbulinae, Planorbinae y Helisomatinae.

En la sub-familia Helisomatinae, el corte transversal de la próstata tiene forma de abanico con túbulos compuestos con varias bifurcaciones y un conducto prostático corto. La glándula prepucial está bien desarrollada, tiene forma de taza con un conducto situado externamente entre el prepucio y el saco vérgico (Fig. 2). Este conducto no está presente en todas las especies. La sub-familia tiene dos géneros, el género Planorbarios Froriep localizado en Europa y el Norte de Africa y el género Helisoma Swainson presente en América (Maleck y Chen, 1974).

En el género Helisoma la glándula prepucial está bien desarrollada y tiene forma de taza. Además de su función secretora es un órgano que sirve para sujetar el otro miembro durante la copulación (Maleck y Chen, 1974). La Organización Mundial de la Salud (1968) considera como característica del género la concha usualmente discoidal, con un diámetro máximo de 25 mm y con cinco espiras como promedio; mandíbula y fila central de dientes de la rádula igual que en los planorbídeos del género Biomphalaria (mandíbula en forma de T y fila central de dientes bicúspides); no hay glándula flagelar al final del saco del pene; presenta estilote al final de éste y la abertura seminal es lateral.

Paraense (1976), en un estudio comparativo de la concha, la rádula y el sistema genital de catorce muestras de poblaciones de caracoles de áreas neotropicales, determinó que seis especies nominales (Planorbis fovealis Hanks, 1830; P. affinis Adams, 1849; P. auriculatus Clessin, 1884; P. intermedius "Philippi" Dunker, 1850; P. ancylostomus Crosse y Fisher, 1879; P. equatorius Cousin, 1887 y P. lentus Say, 1834), son sinónimos de Helisoma trivolvis. Cita las siguientes como características diagnósticas de la especie: concha con cerca de 25 mm de diámetro; 9 mm de grosor en la abertura; 7 mm de grosor al inicio del giro externo; 5,5 vueltas, aumentando rápidamente en diámetro, quilladas a la izquierda y subquilladas a la derecha. Lado derecho turbiniforme con fuerte depresión central en cuyo fondo la espiral apical está casi completamente oculta; espiras convexas, salientes y con sutura profunda. Lado izquierdo cóncavo, algunas veces aplanado; espiras bien expuestas; la quilla coincide con la sutura en el segundo o tercer giro interno, los que parecen achatados; después emergen gradualmente para atenuarse poco a poco en la dirección de la abertura; la sutura se profundiza gradualmente a partir del segundo o tercer giro. Periferia redondeada, un poco desviada a la derecha. Abertura poco dilatada, semi oval; labio izquierdo deprimido cerca de la base. Dientes radulares laterales con mesocono largo en forma de daga; entocono y ectocono triangulares. Divertículos del ovotestis simples en su gran mayoría; vesícula seminal con divertículos peristales bien desarrollados. Espermateca muy larga con canal de más de 1,5 veces el largo del cuerpo y notablemente expandido en la base. La longitud de la espermateca es unas dos

veces la de la próstata y 1,5 veces la del complejo peneal. Próstata con 6 a 14 divertículos arborescentes (Fig. 3). Vaina del pene aproximadamente cilíndrica, de 0,5 a 1,5 veces el tamaño del prepucio, en forma de ánfora. Órgano prepucial con forma de taza y canal retorcido, más largo que el prepucio y frecuentemente más largo que el complejo peneal. Pene aproximadamente cilíndrico, armado con diminuta estilete y abertura lateral.

La participación de Helisoma trivolvis en el ciclo vital de algunos parásitos ha sido estudiada por varios autores. Chernin et al. (1959) informan que el nemátodo Daubaylia potomaca parece desarrollarse en forma completa dentro de Helisoma trivolvis ya que huevecillos, larvas y adultos del parásito de ambos sexos, pueden estar presentes al mismo tiempo en el citado huésped. Además, comprobaron que este parásito puede ser transmitido experimentalmente al platorbideo Austro-lorbia glabratus (= Biomphalaria glabrata).

Dronen y Lane (1974) estudiaron la especie Cephalogonimus salamandrus n. sp. (Trematoda: Cephalogonimidae) y su ciclo de vida demostrando que las xifidincercarias y los esporocistos se desarrollan en Helisoma trivolvis, del cual salen cercarias que parasitan ranas neoténicas y adultas de la especie Ambystoma tigrinum.

Olsen (1974) informó que Echinostoma revolutum Forelich, 1802, un tremátodo eurixeno en cuyo ciclo de vida participa H. trivolvis, se puede desarrollar en el íleon de 23 especies de aves y 9 de mamíferos, incluyendo el hombre.

Corkum y Beckerdite (1975) observaron que en el ciclo de vida de Alloglossidium macrobdellensis (Trematoda: Macroderoididae) existen dos huéspedes: el gastrópodo Helisoma trivolvis y la sanguijuela Macrobdella diletra (Hirudinea: Hirudinidae).

Taft (1975) describió el desarrollo larval de Cyclocoelum brasili-
num Stossich, 1902 (Trematoda: Cycloecelidae) parásito de Charadrius
vociferus. En este trabajo se demostró que 1 de 74 caracoles de la
especie Helisoma trivolvis expuestos a miracidios del parásito apare-
ció infectado.

La localización del huésped intermediario por el miracidio de va-
rios tremátodos digéneos se ve favorecido por las sustancias químicas
que libera el molusco; por esta razón, su identificación y el estudio
del papel que desempeñan en la localización o selección del huésped
es importante ya que podría ser un mecanismo que permite interrumpir
el ciclo de vida de estos parásitos. Prechel et al. (1976) realiza-
ron un análisis cuantitativo de una muestra de agua en donde habían
permanecido varios ejemplares de Helisoma trivolvis. Se encontró la
presencia de 17 aminoácidos, siendo los más abundantes glicina, serina
y alanina. Estos últimos no fueron necesariamente los más estimulan-
tes para atraer los miracidios. Por el contrario, la presencia de nin-
hidrina y una fracción de una proteína no identificada encontrada en
esa muestra, sí jugaron un papel muy importante en dicha atracción.

Cyclocoelum mutabile Zeder, 1800, es un parásito cosmopolita que
infecta los sacos aéreos de aves gruiformes. McLaughlin (1976) inoculó

seis especies de caracoles con este parásito, entre ellas, Helisoma trivolvis, comprobando que los miracidios penetraron parcialmente en el tejido epitelial del caracol y la redia migró dentro de sus tejidos localizándose en la superficie dorsal del pie en donde las cercarias se transformaron en metacercarias.

Los estudios ecológicos de los planorbídeos se han concentrado en aquellas especies que sirven de huéspedes intermediarios a parásitos del hombre, con énfasis en los caracoles del género Biomphalaria sp., huésped de Schistosoma mansoni. Sin embargo, por ser Helisoma sp. un molusco que hasta ahora no ha sido incriminado en el ciclo de vida de parásitos del hombre, excepto Echinostoma revolutum, los estudios ecológicos sobre estos caracoles no han sido publicados (Boerger, 1975a).

En esta misma investigación (Boerger, 1975a) estudió el ciclo de vida, reproducción y relación tamaño-peso de las tres especies más comunes y distribuidas del género Helisoma: H. anceps, H. campanulatum y H. trivolvis. En ese mismo año, Boerger (1975b) publicó un artículo sobre el movimiento y excavaciones realizadas por H. trivolvis en un pequeño estanque. Estos trabajos constituyen los únicos con datos similares a los presentados en este trabajo. Se determinó que H. trivolvis tiene un ciclo de vida de dos años con un período de no crecimiento invernal. El diámetro máximo de la concha fue de 26 mm con un promedio de crecimiento estivo de 0,5 mm/semana. Se encontró un promedio de 24,5 huevos por cápsula (mínimo 1 huevo; máximo 54 huevos por cápsula), con una tasa de oviposición que aumentó considerablemente durante la primavera y luego bajó por un período de tres meses. También

se observó que los caracoles profundizan en el barro unos 2 o 3 cm y pueden permanecer hasta 7 horas enterrados; en apariencia existe un comportamiento que conduce a estos caracoles a regresar al área en donde fueron colectados. Debe tomarse en cuenta que estas investigaciones se realizaron en una zona templada (Canadá) en donde se presentan cuatro estaciones bien definidas que influyen bastante en la actividad y desarrollo de los animales.

En Costa Rica, Goodman, Brenes y Arroyo (1962), Tonn et al. (1964) y Brenes et al. (1968) colectaron en varias localidades, caracoles del género Helisoma, pero nunca H. trivolvis.

Angiostrongylus costaricensis:

Chabaud (1972) en la revisión de la subfamilia Angiostrongylineae Boehm y Gebauer, 1943 concluye que la especie de strongiliden descrita en Costa Rica por Morera y Céspedes no se ajusta al género Angiostrongylus Kamensky, 1905 y lo describe como un género nuevo. Morerastrongylus n. gen. que incluye dos especies: M. costaricensis (Morera y Céspedes, 1971) y M. andersoni (Petter, 1971). Más tarde, Anderson, Chabaud y Willmott (1978) en un nuevo ensayo de clasificación de la superfamilia Metastrongyloidea proponen elevar la sub-familia Angiostrongylineae a la categoría de familia (Angiostrongilidae) aceptando el criterio de Drozd (1970) de que el género Angiostrongylus debe dividirse en dos sub-géneros: Angiostrongylus (Angiostrongylus) Drozd, 1970 (= Haemoststrongylus Railliet y Henry, 1907; = Cardionema Yamaguti, 1941; = Angincaulus Schulz, 1951) y Angiostrongylus (Parastrongylus) Baylis, 1928, (= Pulmonema Chen, 1935; = Rattostrongylus Schulz, 1951; = Morerastrongylus

strongylus Chabaud, 1972). De acuerdo a esta nueva proposición, la especie que se encuentra en Costa Rica debería designarse Angiostrongylus (Parastrongylus) costaricensis, Morera y Céspedes (1971). Como el aspecto taxonómico aún amerita revisión, en esta investigación se empleará la descripción original de Morera y Céspedes (1971).

Al publicarse la descripción de A. costaricensis ya se habían descrito unas catorce especies del género Angiostrongylus, de las cuales sólo A. cantonensis es capaz de producir un cuadro patológico en el hombre (Nomura y Lin, 1945; Rosen et al., 1961; Alicata, 1962, 1965 y 1968). Angiostrongylus costaricensis constituye la segunda especie descrita que produce enfermedad en el ser humano.

En la primera publicación sobre el tema (Céspedes et al., 1967) se describió la patología producida por el parásito. Morera (1967) realizó un estudio parasitológico preliminar en el que establece que el parásito productor de los granulomas entéricos es un nemátodo del suborden Strongylata, Railliet y Henry, 1931, posiblemente de la superfamilia Metastrongyloidea Lane, 1971, capaz de parasitar al hombre. El cuadro clínico estudiado en niños, (Robles et al., 1969) fue descrito en detalle por Morera y Céspedes (1971) quienes lo denominaron angiostrongyliasis abdominal. La enfermedad se caracteriza por un dolor localizado en la fosa ilíaca derecha, algunas veces en hipocondrio y flanco derecho, mesogastrio o epigastrio. Fiebre de duración e intensidad variable que puede prolongarse hasta por dos meses. La anorexia, aunque no es un síntoma específico, se observa con bastante regularidad. Más o menos en la tercera parte de los casos se producen vómitos. La explo-

ración física revela la presencia de una masa o plastrón intra-abdominal que puede inducir a confusión con tumores malignos o procesos apendiculares agudos de otra etiología. Los hallazgos de laboratorio más importantes son la leucocitosis, que varía entre 10.000 y 52.000 por milímetro cúbico y la eosinofilia que va desde 11 a 81%. Radiológicamente se observa alteraciones de la pared intestinal consistentes en defectos de llenado, espasticidad e irritabilidad así como contornos festoneados de la mucosa. Con frecuencia las lesiones están localizadas en el apéndice, pero en algunos casos, estas se extienden a la última porción del ileon, ciego, parte del colon ascendente y ganglios linfáticos regionales. La principal característica es el aumento del grosor de la pared intestinal, que muestra un aspecto granulomatoso miliar, de color blanco amarillento. Unido a un endurecimiento y edema que puede llevar a un cuadro de suboclusión o de oclusión intestinal. El examen histológico muestra que las lesiones se caracterizan por una inflamación granulomatosa con intensa eosinofilia, en medio de la cual pueden observarse los huevecillos del parásito. El cuadro inflamatorio anterior se presenta también en los ganglios linfáticos regionales. En el interior de las arterias de la pared intestinal, y ocasionalmente fuera de ellas, se puede observar cortes de los parásitos cuya presencia produce formación de trombos oclusivos.

Las observaciones sobre el ciclo evolutivo del parásito (Morera, 1967; Morera y Ash, 1970; Morera y Céspedes, 1971) permitieron conocer la biología del parásito. Hasta ese momento se había encontrado dos huéspedes naturales, los roedores Sigmodon hispidus y Rattus ra-

ttus, en donde los parásitos adultos se localizan en las arterias mesen-téricas, especialmente de la región cecal aunque si su número es gran-de, es posible encontrarlos en arterias de otras regiones del mesente-rio. Los huevecillos, de aspecto ovoide y membrana muy delgada, son o-vipositados y arrastrados por la corriente sanguínea hacia los tejidos de la pared intestinal, observándose grandes masas de los mismos desde la mucosa hasta la capa serosa. En estos tejidos, los huevecillos em-brionan hasta la formación de larvas de primer estadio las que luego se mueven hacia el lumen intestinal, saliendo al exterior con las he-ces de las ratas. Estas larvas necesitan de un huésped intermediario para transformarse en la forma infectante para el mamífero. Morera y Ash (1971) encontraron moluscos de la especie Vaginulus plebeius, co-múnmente llamados babosas, infectados con larvas de tercer estadio de A. costaricensis. En este molusco, las larvas de primer estadio mu-dan dos veces y se transforman en larvas de tercer estadio. Cuando las ratas se comen una babosa infectada o algún material contaminado con secreciones mucosas de ellas se completa el ciclo vital ya que se formarán parásitos adultos. Morera (1973), estudió en detalle el ci-clo evolutivo de A. costaricensis e hizo una redescrición de la es-pecie, basándose en especímenes obtenidos de ratas, natural y experi-mentalmente infectadas. En este mismo año, Teesh et al. (1973) des-cribieron el hallazgo de cinco especies de roedores silvestres (Sigmo-don hispidus, Rattus rattus, Limys adpersus, Oryzomys fulvescens y Zicodontomys microtinus) naturalmente infectados con A. costaricensis en diferentes áreas de la República de Panamá y de la Zona del Canal.

Sierra y Morera (1972) describieron el primer caso humano de angiostrongiliasis abdominal fuera de nuestras fronteras. Más tarde se reportaron casos humanos en Venezuela (Zambrano, 1973), México (Zavala et al., 1974) Brasil (Zilinto et al., 1975). El Salvador (Sauerbrey, 1977); Nicaragua, Guatemala y Colombia, (Morera, comunicación personal). En Estados Unidos de Norte América sólo se han encontrado roedores infectados (Morera, com. perspnal).

Morera et al. (1977) probaron la inoculación por las vías oral, intraperitoneal y subcutánea en tres grupos de ratas de la especie Sigmodon hispidus y obtuvieron los mejores resultados en las vías intraperitoneal y oral.

Camacho y Morera (1979) comprobaron experimentalmente que Biomphalaria straminea (Mollusca: Planorbidae) no es susceptible a la infección experimental con A. costaricensis.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de las características del medio ambiente en el cual vive H. trivolvis se inició con un análisis de la distribución geográfica en Costa Rica. Se realizaron colectas en las principales zonas de vida del país (Holdridge, 1971) (Fig. 4), empleando una red de mano, los especímenes colectados se transportaron en bolsas plásticas con agua o envueltas en servilletas de papel humedecidas. En el laboratorio se identificó las especies y se realizó el estudio parasitológico empleando la técnica de Wallace y Rosen (1969) y Baermann ().

Durante cada colecta se anotaron y se usaron como parámetros los datos que aparecen en la hoja "Colecta de moluscos de agua dulce" (Apéndice 1). Estos datos sirvieron para caracterizar a los habitáculos.

También se recogieron plantas acuáticas en los sitios de captura que luego se utilizaron como único alimento en los ensayos de laboratorio. Los caracoles se mantuvieron en frascos de vidrio de un galón de capacidad durante un mes para observar sus hábitos y preferencias alimenticias. Como en algunas oportunidades se encontró caracoles sobre materia orgánica en descomposición, también ésta les fue ofrecida como alimento.

Se observó la presencia o ausencia de cápsulas de huevos o formas juveniles en el habitáculo. Este dato constituyó la base para establecer si estaban o no en época reproductiva. Esta información, asociada a la abundancia de vegetación, condiciones climatológicas del habitácu-

lo y la densidad de la población, permitió estudiar los factores que determinan la reproducción.

El conteo del número de huevos por cápsula se realizó tanto en los caracoles colectados como en los criados en el laboratorio. Esto permitió calcular el número de huevos puestos por caracol diariamente. Se usaron tanto caracoles infectados como no infectados con A. costaricensis. Se relacionó este dato con la edad de la primera oviposición para determinar el potencial reproductivo de la especie.

Con los huevos depositados en las paredes de los recipientes se determinó el número de días que tardó su desarrollo embrionario, contando el número de días transcurridos entre la oviposición y la eclosión. En el momento de la eclosión, se midió el diámetro de la concha, siguiendo el criterio de Pessoa y Martins (1974).

Se colocaron caracoles recién nacidos en bandejas plásticas con agua de la cañería durante varios meses para determinar su crecimiento. El diámetro de la concha se midió con un calibrador "pie de rey" al cumplirse el primero, tercero y séptimo mes de edad. El alimento se distribuyó dos veces por semana y consistió en hojas de lechuga frescas (Lactuca sativa).

La tasa de crecimiento y los datos sobre resistencia a la desecación sirvieron para establecer si existe relación entre el tamaño y la edad de los caracoles. Con este mismo propósito se colectaron caracoles adultos en diversas localidades para determinar si existió sus -

pensión temporal del crecimiento de la concha, según las condiciones ambientales (Paraense, 1970 y Boerger, 1975a).

Se estudió la resistencia a la desecación en una población de 60 caracoles colectados en la Estación Experimental "Fabio Baudrit". Se colocó los moluscos en una pila de cemento del invernadero de Zoología (Escuela de Biología) acondicionada para tal estudio con un fondo de tierra rico en materia orgánica en vías de putrefacción y cubierta con 10 cm de agua sobre el nivel de la tierra. Los caracoles se dejaron en estas condiciones hasta que el agua se evaporó. Después de la evaporación se tomaron al azar 5 caracoles por semana para determinar si aún estaban vivos. La determinación se hizo empleando el método utilizado por Klnatzel (1959) que consiste en colocarlos en agua y dejarlos en ella por 24 horas. Los caracoles vivos, después de este período, reinician su actividad mostrando principalmente la extensión de su masa cefalopedal.

En las mismas pilas se observó si estos moluscos habían cavado galerías en procura de estratos húmedos para protegerse de la desecación.

Para estudiar la susceptibilidad de H. trivolvis a la infección con A. costaricensis se utilizaron larvas de primer estadio del parásito provenientes de las heces de ratas alodoneras Sigmodon hispidus, huésped natural del parásito (Morera, 1971). Las larvas se separaron de las heces de ratas por el método de Baermann () el cual consiste en colocar las heces en un embudo de vidrio de 12 cm de diámetro en su parte más ancha y 25 cm de altura. En la parte más ancha se le coloca una malla metálica fina (cedazo) y sobre ella cuatro capas de gaza. A la

porción inferior de la espiga del embudo se le añade un pedazo de man-
guera de goma de 8 cm de largo con una prensa metálica para impedir la
salida del agua. Se llena el embudo de agua hasta el nivel de la gaza
y sobre ella se ponen las heces trituradas. Al cabo de cinco horas,
por acción conjunta del movimiento del zigzaguen de las larvas y de la
gravedad, éstas se concentran en la parte inferior del embudo y se se-
paran recogiendo el agua del fondo de la espiga del embudo. Estas lar-
vas de primer estadio (L_1) se colocaron en bandejas plásticas de 28 x 13
cm con muy poca cantidad de agua (150 ml), de tal forma que los caraco-
les, al procurar alimentarse, raspan el fondo de la bandeja ingiriendo
las larvas. Estas condiciones se mantuvieron durante 48 horas, ponien-
do 6000 larvas por bandeja cada 24 horas.

Por este método se infectaron 15 ejemplares de H. trivolvis y como
testigo 15 especímenes de Biomphalaria glabrata, ya que se comprobó
(Morera com. personal) que este caracol es buen huésped de A. costari-
censis.

Para ratificar si el ciclo ocurre en Helisoma trivolvis cada sema-
na se sacrificaron tres caracoles de cada especie. Para estudiar el
desarrollo de las larvas se usó el método de Wallace y Rosell (1969) y
el de Baermann (). El método de Wallace y Rosell (1969) consiste
en cortar los tejidos blandos del molusco en pequeños pedazos y dige-
rirlos a 37 C durante una hora y con agitación en una solución que con-
tiene 5 g de pepsina, 7 cc de HCl y 1000 cc de agua. El material dige-
rido se coloca en un embudo de Baermann para separar las larvas.

Comprobada la susceptibilidad de H. trivolvis a la infección con A. costaricensis se contó el número de larvas que evolucionaron en cada molusco. Esta experiencia se realizó con caracoles obtenidos de diversas localidades tales como Represa de Capellades, Coris (Cartago), Estanque de la Universidad de Costa Rica (San Pedro) y estero Lagartero (Santa Cruz, Guanacaste).

RESULTADOS

La distribución geográfica de esta especie en Costa Rica, se realizó en los siguientes lugares: Las regiones central y sur de la Provincia de San José y Limón; la región central de Alajuela; la zona sur de Puntarenas; las provincias de Heredia y Cartago completas; la provincia de Guanacaste con excepción de la región de La Cruz y la península de Nicoya (Fig. 4). El cuadro Nº 1 muestra las localidades donde fueron hallados estos moluscos.

El cuadro 2 agrupa las áreas de captura según el sistema de clasificación de zonas de vida de Costa Rica (Holdridge, 1971). Las figuras 5 y 6 muestran las zonas de precipitación pluvial de menos de 3000 mm y de más de 4000 mm por año respectivamente y los sitios donde se colectó H. trivolvis.

El estudio de distribución de H. trivolvis permitió analizar algunas características de los hábitáculos naturales preferidos. Se presentan en aguas dulces de poca profundidad tanto en ambientes lénticos como lóticos de muy poca corriente. Las mayores densidades de población se encontraron en aguas estacionarias y en los ambientes lóticos de muy poca corriente. El cuadro 3 resume las más importantes características de los ambientes naturales de H. trivolvis.

Aunque se los encuentra en grandes masas de agua como el lago formado por la Represa de Cachí (Cartago), o en la Represa de Capellades (Cartago), H. trivolvis es un habitante litoral, no habita a más de un metro de profundidad, lo que equivale a permanecer dentro de

CUADRO 1

Localidades donde se colectó Helisoma trivolvis

PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	LOCALIDAD	ALTURA EN m.
Alajuela	Alajuela	La Garita	Estación Exp. Fabio Baudrit	840
Cartago	Cartago	Oriental	La Puebla	1435
Cartago	Paraíso	Paraíso	Cóncevas	1370
Cartago	El Guarco	Tejar	Río Purires	1377
Cartago	El Guarco	Tejar	Río Coris (=Pon tezuela)	1387
Cartago	Alvarado	Capellades	Represa de Capellades	1653
Cartago	Alvarado	Cervantes	Estanques de Birris	1253
Cartago	Paraíso	Paraíso	Quebrada País	1325
Cartago	Paraíso	Cachí	Represa de Cachí	1049
Cartago	Turrialba	Turrialba	Estanque Centro Universitario	646
Cartago	Turrialba	Turrialba	Río Turrialba	646
Guanacaste	Santa Cruz	Bolsón	Estero Lagartero	68
Guanacaste	Bagaces	Bagaces	Río Tempisque (Palo Verde)	10
Heredia	Belén	San Antonio	Represa Electriona	912
San José	Montes de Oca.	San Pedro	Estanque Universidad de C.R.	1205
Puntarenas	Coto Brus	San Vito J.	Pozo contíguo Aeropuerto San V.	1000

CUADRO 2

Clasificación de las áreas estudiadas según el sistema de zonas de vida de Costa Rica.

ZONA DE VIDA	LOCALIDAD ESTUDIADA
Bosque tropical seco basal	Estero Lagartero
	Río Camaronal
	Palo Verde
Bosque húmedo de premontano	Estación Exper. "Fabio Baudrit".
	San Antonio de Belén
	Lagos de Lindora
	Universidad de Costa Rica
	Coris de Cartago
	Río Purires - Cartago
	Oriental - Cartago
Bosque muy húmedo de premontano	Quebrada País - Cartago
	Birrís - Cartago
	Turrielba - Cartago
Bosque húmedo de montano	San Vito de Java - Puntarenas
	Capellades - Cartago

CUADRO 3

Características generales de los ambientes naturales que
ocupa Helisoma trivolvis.

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Ambiente	Dulceacuicola
Tipo	Léntico o lótico de poca corriente
Fondo	Fango o lodo rico en materia orgán.
Temperatura	15 - 25 C.
Turbidez	Poca
Vegetación acuática	Abundante
Materia Orgánica	Abundante

los límites de la zona eufótica y de vegetación fijada con raíces.

El cuadro 4 muestra la clasificación de las áreas de distribución estimada de acuerdo al movimiento de las aguas.

Como todos los planorbídeos, H. trivolvis es ovíparo, los huevos son puestos en cápsulas gelatinosas de forma oval, color amarillento y tamaño máximo de 8 x 3 mm. La cápsula los mantiene unidos entre sí y los adhiere al sustrato; el tamaño y número de huevos por cápsula es variable. Las cápsulas son puestas de noche, cuando estos moluscos presentan mayor actividad. Los sitios preferidos para la oviposición son el envés de las hojas y el tallo de plantas acuáticas, pero se les puede encontrar en otros sustratos, incluso sobre la concha de sus congéneres.

Para determinar la edad de la primera oviposición, se utilizaron 61 caracoles nacidos en laboratorio; a los 85 días se observaron las primeras cápsulas de huevos y a los 90 días habían puesto 82, lo que corresponde a un promedio de 1,34 cápsulas por caracol.

Quince cápsulas recogidas al azar de los recipientes permitieron determinar el número de días que dura el desarrollo embrionario. Las primeras eclosiones se observaron a los nueve días y a los once días todos los caracoles habían nacido.

Se realizaron observaciones sobre el número de huevos por cápsula en el laboratorio y ambientes naturales. El número de huevos varía con la edad y las cápsulas de los ejemplares jóvenes tienen un número menor

CUADRO 4

Clasificación de las áreas de distribución estimada de
H. trivolvis de acuerdo al movimiento de las aguas.

AMBIENTE	LOCALIDAD
Léntico	Estación Exper. "Fabio Baudrit"
	Lagos de Lindora
	Estanque de la Univerreidad de C.R.
	Lagunas Cóncaves - Cartago
	Represa de Capellades
	Estanque de Birris
	Represa de Cachí
	Estanque del Centro Universitario de Turrialba.
Lótico	Estero Lagartero
	Río Camaronal
	Río Tempisque
	Represa de Electriona
	La Puebla de Cartago
	Río Purires
	Río Coris
	Quebrada País
	Río Turrialba

de huevos que aquellas de los adultos (Cuadros 5 y 6). También se observó que este número disminuye en los caracoles adultos si están infectados con A. costaricensis.

Los caracoles recién nacidos tienen una concha que mide un promedio de un milímetro de diámetro. Con alimentación constante se varió la temperatura para determinar variaciones en el tamaño de los moluscos, en un período de treinta días. Las medidas realizadas a diferentes edades, se detallan en los cuadros 7, 8, 9 y 10.

Como en todas las poblaciones, los planorbídeos son afectados por el medio ambiente. Los factores que más afectan a estas poblaciones son: el aumento de la corriente en los ambientes lóticos, la desecación y depredación en ambientes lénticos.

En el Estero Lagartero, Río Purires y Represa de Capellades se realizaron colectas durante la época seca, al inicio de la época lluviosa y durante el período de mayor intensidad pluvial. Los datos obtenidos permiten establecer que hay un notable incremento en la densidad de la población y en la cantidad de cápsulas de huevos al inicio de la época lluviosa, disminuyendo a medida que se incrementan las lluvias y el caudal de los ríos. En ambiente lótico se aprecia un aumento de la reproducción al final de la época lluviosa. Por ejemplo, de 228 caracoles colectados a finales del mes de diciembre de 1978 en la Estación Experimental "Fabio Baudrit" 153 (=67,5%) tenían cápsulas de huevos adsados a su concha, lo cual nos indica que estaban en plena época reproductiva.

CUADRO 5

Número de huevos, de cápsulas y porcentaje de huevos por cápsula de H. trivolvís criados en el laboratorio (3 meses de edad).

Nº DE HUEVOS	Nº DE CAPSULAS	PORCENTAJE
1 - 5	9	34,61
6 - 10	15	57,69
11 - 15	2	7,69
16 - 20	-	-
21 - 25	-	-
Promedio	6.69 huevos/cápsula de huevos	

CUADRO 6

Número de huevos por cápsula de ejemplares adultos de Helisoma
trivolvís en diferentes condiciones.

	LABORATORIO		CAMPO	
	No ino- culados	Inocu- lados.	Fabio Baudrit	Capellad.
Caracoles estudiados	4	8		
Nº cápsulas	26	22	51	16
Días de observación	17	28		
Huevos por caracol	349,5	69,75		
$\bar{X}$ huevos por cápsula	53,76	25,36	10,60	10,5
Nº huevos/caracol/día	20,5	2,49		

Cuadro 7

Diámetro de la concha de Helisoma trivolvis de un mes de edad desarrollados en el laboratorio a 25 C, con aerea - ción artificial.

DIAMETRO EN mm	Nº DE CARACOLES	PORCENTAJE
1,00 - 1,99	1	3,22
2,00 - 2,99	4	12,90
3,00 - 3,99	18	58,06
4,00 - 4,99	7	22,58
5,00 - 5,99	1	3,22
Tamaño promedio = 3,30 mm	31	
Tasas de crecimiento diario = 0,11 mm.		

Cuadro 8

Diámetro de la concha de Helisoma trivolvis de diferentes edades, desarrollados en el laboratorio a temperatura ambiente.

EDAD (MESES)	Nº DE CARACOLES	DIAMETRO (mm)
1	2	1,00-1,99
1	14	2,00-2,99
1	14	3,00-3,99
3	15	4,00-4,99
3	16	5,00-5,99
3	25	6,00-6,99
3	5	7,00-7,99
-	-	8,00-8,99
-	-	9,00-9,99
-	-	10,00-10,99
-	-	11,00-11,99
7	5	12,00-12,99
7	2	13,00-13,99

Cuadro 9

Tamaño promedio y tasa de crecimiento diario de Helisoma
trivolvris de diferentes edades, desarrollados en el labo
ratorio a temperatura ambiente.

EDAD (Meses)	NUMERO CARACOLES	TAMANO PROME- DIO (mm)	TASA DE CRECIMIENTO DIARIO (mm)
1	30	2,66	0,088
3	61	5,80	0,064
7	7	12,85	0,061

Cuadro 10

Diámetro de la concha de caracoles adultos de Helisoma trivolvis de diferentes localidades de Costa Rica.

DIAMETRO EN (mm)	NUMERO Y PORCENTAJE DE CARACOLES											
	1		2		3		4		5		6	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
3-4,99	3	4,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6,99	3	4,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8,99	14	21,21	0	0	1	1,33	2	1,83	5	19,23	0	0
9-10,99	29	<u>43,93</u>	2	5,40	13	17,33	19	17,43	7	26,92	1	8,33
11-12,99	15	22,72	6	16,21	22	29,33	59	<u>54,12</u>	9	<u>34,61</u>	0	0
13-14,99	2	3,03	8	21,62	23	<u>39,66</u>	26	23,85	3	11,53	4	<u>33,33</u>
15-16,99	0	0	10	<u>27,02</u>	7	9,33	3	2,75	2	7,69	3	25,00
17-18,99	0	0	6	16,21	6	8,00	0	0	0	0	4	33,33
19-20,99	0	0	2	5,40	3	4,00	0	0	0	0	0	0
21-22,99	0	0	1	2,70	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24,99	0	0	2	5,40	0	0	0	0	0	0	0	0
Nº caracoles medidos:	66		37		75		109		26		12	
Tamaño pro- medio:	9,35		15,80		13,70		12,21		11,30		15,37	

1: Estación Experimental Fabio Baudrit

2: Universidad de Costa Rica

3: Coris-Cartago

4: Represa Capellades -Cartago

5: Estanques Birris - Cartago

6: Estero Lagartero-Sta. Cruz, Guanacaste.

El cuadro 11 muestra las diferentes categorías de acuerdo a las medidas del diámetro de la concha, de una colecta realizada en el río Purires durante la época seca; es necesario hacer notar que la mayor parte de las conchas son de poco diámetro y corresponden a formas juveniles.

La capacidad de los planorbídeos de resistir a la desecación, es de importancia ya que posiblemente los sobrevivientes a este fenómeno son los repobladores en los lugares desecados. Antes del inicio de este trabajo, ya se tenían algunas evidencias de la capacidad de los moluscos para estivar. Durante la época seca (mes de febrero) en el estero Lagartero y en Ballena, áreas aledañas al río Tempisque, se encontró H. trivolvis y otros moluscos viviendo en el barro. Se sabe que en esas zonas las lluvias cesan en el mes de noviembre y es de suponer que estos caracoles habían permanecido en esas condiciones no menos de dos meses. Una nueva evidencia de la resistencia a la desecación de H. trivolvis se obtuvo cuando se desecó uno de los estanques de piscicultura de la Estación Experimental "Fabin Baudrit". Del fondo fangoso de este estanque se tomaron al azar 320 ejemplares y se les colocó en agua, observándose que 128 caracoles (40%) aún estaban vivos después de 15 días de haber sido desecado el estanque.

Con el objeto de comprobar estas observaciones, se estudió una población de H. trivolvis que se encontró estivando bajo hojas de plátano y de gramíneas en proceso de putrefacción en un estanque abandonado de la Estación Experimental. Cada tres semanas se sacaron veinte caracoles y se colocaron en agua, constatándose que todos estaban vivos. Es nece-

Cuadro 11

Diámetro de la concha de Helisoma trivolvis colectados en el río Purires (Cantón del Guarco, Provincia de Cartago).

DIAMETRO EN (mm)	NUMERO EJEMPLARES COLECTADOS.	PORCENTAJE
0 - 1,99	7	5,18%
2 - 3,99	4	2,96%
4 - 5,99	7	5,18%
6 - 7,99	8	5,92%
8 - 9,99	10	13,33%
10 -11,99	61	45,18%
12 -13,99	23	17,03%
14 -15,09	5	3,70%
16 -17,99	1	0,74%
18 -19,99	1	0,74%
20 -	0	0%
Total	135	

sario aclarar que las condiciones en que se encontraron estos moluscos no eran de total desecación ya que en el barro existía un alto grado de humedad y gran densidad del sustrato lo que impedía que ellos nadaran. Los caracoles permanecieron vivos en esas condiciones hasta el inicio de la época lluviosa, cuando el agua los cubrió de nuevo.

Con el objeto de estudiar la resistencia de H. trivolvis a la desecación total, se colocaron 60 caracoles de la Estación Experimental "Fabio Baudrit" y 30 del río Purires en un estanque de amplia superficie con una pequeña cantidad de agua. En doce días la desecación fue total. Esta experiencia permitió establecer que la supervivencia de esta especie en esas condiciones es de un máximo de 35 días (Cuadros 12 y 13).

Otro de los factores que alteran el número de caracoles es la depredación. En el laboratorio se observaron ciliados y rotíferos introducidos dentro de la cápsula y dentro de los huevos, encontrándose algunos completamente destruidos y muchos sin su embrión. En el cuadro 14 se anota el número y porcentaje de cápsulas de huevos sin embrión desarrollados en un medio con ciliados y rotíferos. Los resultados sugieren que estos animales son depredadores de los huevos de H. trivolvis factor que podría constituir un recurso de valor para el control de las poblaciones de planorbídeos.

Excepto en los casos en que el medio ambiente había sido perturbado recientemente por el hombre, siempre se encontró a estos gastrópodos muy asociados con plantas. Esto permitió analizar sus hábitos alimenticios

Cuadro 12

Resistencia a la desecación total de 60 caracoles de H. trivolvis de la Estación Experimental "Fabio Baudrit".

DIAS DE DURACION	CARACOLES PROBADOS	CARACOLES VIVOS	% DE VIVOS
12	5	5	100%
21	5	4	80%
28	12	2	16,6%
35	12	2	16,6%
42	26	0	0,6%

Cuadro 13

Resistencia a la desecación total de 30 caracoles (Heli-
soma trivolvis) de río Purires (Cantón El Guardo, Provin-
cia de Cartago).

NO DIAS DE DESECACION	NO DE CARACOLE PROBADOS	NO DE CARACO- LES VIVOS.	PORCENTAJE DE VIVOS
19	8	4	50%
28	10	0	0%
37	12	0	0%

Cuadro 14

Número y porcentaje de huevos sin embrión de 12 cápsulas
de huevos de H. trivolvís desarrollados en laboratorio.

NO TOTAL DE HUEVOS POR CAPSULA	NUMERO DE HUEVOS SIN EMBRION	PORCENTAJE DE HUEVOS SIN EMBRION
46	18	39,13%
38	6	15,78%
35	3	8,57
45	8	17,77%
45	9	20,00%
26	1	3,84%
55	11	20,00%
39	4	10,25%
48	11	22,91%
55	20	36,36%
56	27	48,21%
38	10	26,31%
Promedios: 43,83	10,66	22,42%
Totales: 526	128	24,33%

encontrándose que H. trivolvis es capaz de nutrirse de casi cualquier tipo de vegetal acuático de tejidos suaves. Estos planorbídeos raspan con su rádula materiales de diversos tipos como algas verdes y pardas, materia orgánica en descomposición, hojas u otros órganos de las plantas. El cuadro 16 muestra la lista de vegetales que los caracoles utilizaron como único alimento en el laboratorio. En varias oportunidades se colectaron caracoles en ambientes ricos en materia orgánica en vías de descomposición y se aislaron algunos ejemplares a los que se les ofreció dicho material como único alimento, logrando su sobrevivencia por varios meses.

Para estudiar si Angiostronylus costaricensis podría utilizar a H. trivolvis como huésped intermediario, se infectaron 14 ejemplares de esta especie y 14 caracoles de la especie Biomphalaria glabrata como testigo. Estudios preliminares (Morera, com. personal) muestran que esta última especie es muy susceptible a la infección por este nemátodo. En el cuadro 16 se observan los resultados de la infección de ambas especies con A. costaricensis. A pesar de que no se realizaron conteos del número de larvas, la observación detallada permite asegurar que se desarrollaron más larvas en B. glabrata que en H. trivolvis.

Para cuantificar el número de larvas que se desarrollaron hasta el tercer estadio, se utilizaron muestras de caracoles de Capellades y Coris (Provincia de Cartago), Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" (Provincia de San José) y estero Lagartero (Provincia de Guanacaste). Como testigo se utilizó Biomphalaria glabrata. Los resultados de esta experiencia aparecen en el cuadro Nº 17.

Cuadro 15

Vegetales que pueden utilizar H. trivolvís como alimento.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Compositae	<u>Lactuca sativa</u>	Lechuga
Cruciferae	<u>Nasturtium</u> sp.	Berros
Potamogetaceae	<u>Potamogeton foliosus</u>	Zacate
Pontederiaceae	<u>Eichornia crassipes</u>	Lirio
Graminaeae	Varías especies	Zacate
Hydrocharitaceae	<u>Helodea canadensis</u>	Elodea
Salvinaceae	<u>Salvinia</u> sp.	Helecho acuático
Nymphaeaceae	<u>Nymphaea blanda</u>	Nenúfares
Pontederiaceae	<u>Heteranthera raniformis</u>	
Commelinaceae	<u>Commelina</u> sp.	
Euphorbiaceae	<u>Caperonia cf. palustris</u>	
Alismaceae	<u>Echinodorus andrieuxii</u>	
Typhaceae	<u>Typha dominicensis</u>	Tule-tule de balsa

Cuadro 16

Infección de H. trivolvis y B. glabrata con Angiostrongylus costaricensis.

Días después de la infección.	<u>B. Glabrata</u>		<u>H. trivolvis</u>	
	Nº de caracoles	Desarrollo larval	Nº Caracoles.	Desarrollo larval.
9	4	L ₂	4	L ₂
21	4	L ₃ inmaduras	4	L ₃ inmaduras
23	2	L ₃ maduras	2	L ₃ inmaduras
35	4	L ₃ maduras	4	L ₃ maduras

Cuadro 17

Promedio de larvas de tercer estadio por caracol desarrolladas en H. trivolvis de diferentes localidades de Costa Rica y de Biomphalaria glabrata.

Especie	Número de caracoles analizados.	Origen de los caracoles.	Número promedio de L ₃ /caracol
<u>H. trivolvis</u>	8	Capellades	5,33
<u>H. trivolvis</u>	6	Coris	28,50
<u>H. trivolvis</u>	6	Estero Lagartero	12,00
<u>B. glabrata</u>	12	Laboratorio	55,75

En la colecta Nº 11-78 del 31 de mayo de 1978 de estero Lagartero se encontró un caracol con larvas de tercer estadio similares a las de Angiostronqylus costaricensis. Para probar si realmente se trataba de esa especie se inocularon 10 de estas larvas por medio de una sonda gástrica en una rata algodonera (Sigmodon hispidus). Al cabo de 25 días se comprobó en varias ocasiones que la rata estaba eliminando larvas de primer estadio y al sacrificarse la rata inoculada se encontraron 8 adultos de Angiostronqylus costaricensis.

DISCUSION

De acuerdo con los informes de la Organización Mundial de la Salud (1968), Maleck y Chen (1974) y Paraense (1976), H. trivolvis tiene una amplia distribución que incluye Centro y Sur América. Esta distribución tan amplia no es muy conocida, en gran parte, porque a menudo esta especie fue confundida con otras de la misma familia (Paraense, 1976).

Aunque el estudio de la distribución geográfica en Costa Rica no está terminado ya que algunas regiones como Tortuguero y Guápiles (Provincia de Limón), la llanura de los Guatusos y San Carlos (Provincia de Alajuela) el valle de Parrita (Provincia de Puntarenas) y la Península de Nicoya (Provincia de Guanacaste) no se han estudiado, los datos obtenidos permiten sacar algunas conclusiones.

Según este estudio, la distribución altitudinal de este caracol varía desde los 1653 m.s.n.m. (la Represa de Capellades, Cartago) hasta los 10 m.s.n.m. (Palo Verde, Guanacaste). Como se observa en las figuras Nº 5 y 6 esta distribución coincide con la zona de precipitación pluvial media anual menor de 4000 mm. Dentro de esta zona, o bien donde la topografía es muy accidentada, las corrientes fuertes de los ambientes lóticos impiden el establecimiento de poblaciones de estos planorbídeos. Sin embargo, en sitios en donde se pueden formar micro-habitáculos de muy poca o ninguna corriente, en las riveras de ríos con corriente fuerte, sí se presentan los moluscos (Río Turrialba, Cartago). De acuerdo con estos datos, podría pensarse entonces que la fuerza de

la corriente es un factor muy importante para la vida de estos moluscos y que aquella depende, por un lado, de la precipitación pluvial y por otro lado de la topografía del terreno. La precipitación pluvial es un factor tan importante que la variación que se presenta aún en los ambientes lénticos de esas zonas impide el establecimiento de H. trivolvís (Puerto Viejo de Sarapiquí). En conclusión, creemos que las poblaciones de estos moluscos sólo se pueden establecer en ambientes lénticos de áreas de precipitación menor de 4000 mm., y en ríos, riachuelos o desagües de poca corriente, en los que la fuerza mecánica de la corriente es menor que la capacidad de agarre de estos gastropodos. A conclusión semejante llegaron varios autores como Andrade (1969), Paraense (1970) y Pessoa y Martins (1974), quienes consideraron que la corriente es uno de los principales limitantes de su distribución geográfica.

Su distribución geográfica está restringida a áreas con biotemperatura promedio anual mayor de 12 C, tales como el bosque tropical seco, bosque tropical húmedo, bosque muy húmedo de premontano y bosque tropical húmedo de montano (Cuadro Nº 2).

La distribución latitudinal de H. trivolvís en Costa Rica está comprendida desde Turrialba (Provincia de Cartago) en la región noreste de la vertiente Atlántica, hasta Bolsón de Santa Cruz (Provincia de Guanacaste), en el área noreste de la vertiente Pacífica. Debe quedar claro que aunque se estudiaron regiones como las zonas sur de las Provincias de Limón y Puntarenas y las llanuras de Sarapiquí (Provincia de Heredia), no se encontraron representantes de esta especie en

esas regiones, excepto unos pocos ejemplares colectados en la región de San Vito de Java (Provincia de Puntarenas). En esas provincias aun que existen ambientes lénticos y lóticos cuyas características ecológicas demuestran que son adecuados para el desarrollo de este molusco, el hecho de no haberlos encontrado no significa necesariamente que no existan en esas zonas. Podría ser que las colectas se realizaron en épocas en que la densidad de la población era muy baja y por la escasez no se pudo coleccionarlos.

El área en que se encuentran con mayor frecuencia es la región del Valle del Guarco y Paraíso (Provincia de Cartago) cuya altitud oscila entre 1000 y 1400 m.s.n.m.

La distribución altitudinal y latitudinal de este platorbideo coincide con las áreas de mayor concentración de población humana de Costa Rica, por lo que su susceptibilidad a la infección con un parásito que produce patología en el hombre (A. costaricensis), le concede a este molusco importancia epidemiológica.

Como se mencionó con anterioridad, el molusco en estudio es un habitante de ambientes lénticos de agua dulce. Estos tipos de ambiente, generalmente ricos en algas uni y multicelulares ofrecen muchas ventajas para la subsistencia de estos y otros moluscos. Dentro de las ventajas que ofrecen está principalmente la estabilidad de sus características físicas tales como la temperatura, la ausencia de corrientes y la riqueza de algas y materia orgánica. Maleck (1956) considera que en estos tipos de ambientes la fluctuación de grandes niveles de agua

perjudica el desarrollo normal de los caracoles, por lo que su tamaño es menor. Pessoa y Martins (1974) afirman que pese a lo anterior, los planorbídeos poseen una gran capacidad de adaptarse a diversas condiciones del medio.

Helisoma trivolvis fue encontrado también en ambientes lóticos de poca corriente. Al igual que los ambientes lénticos, estos ambientes son relativamente estables aunque en ellos la corriente es un factor de considerable importancia para el establecimiento de poblaciones de los planorbídeos. Después de fuertes aguaceros se observó un marcado descenso de la densidad de la población de moluscos lo que se atribuye al aumento de la corriente. Por esta razón este trabajo no coincide con el de Pessoa y Martins (1974) en el sentido de que cualquier lugar con agua es un buen ambiente para el desarrollo de planorbídeos, pero sí con Andrade (1959) que concede gran importancia a la corriente. Para este autor la naturaleza del sustrato no parece influir en la distribución de los planorbídeos pero los datos obtenidos en este trabajo demuestran una relación directa entre un sustrato fangoso y rico en material orgánico y la presencia de H. trivolvis.

A pesar de que Pessoa y Martins (1974) afirman que las poblaciones de planorbídeos son inestables aún en ambientes lénticos, los resultados obtenidos permiten establecer que bajo estas circunstancias los moluscos tienen un mejor desarrollo y sus poblaciones son más estables. Un ejemplo típico de la relación entre ambiente y desarrollo es el de la Estación Experimental "Fabio Boudrit", a pesar de que podría alegarse que

la fertilización de los estanques podría ser un factor que contribuye a un mayor desarrollo de los caracoles. También es necesario tener en cuenta la presencia de peces conviviendo con los caracoles, ya que se ha demostrado (Ruíz, com. personal) que cuando hay escasez de alimento los primeros se comen a los segundos.

En opinión de Pessoa y Martins (1974) los planorbídeos son animales que ocupan ambientes ligados a la actividad del hombre. Esta asociación se confirmó en el presente trabajo (Cuadro 4) ya que el 68,75% de los sitios donde se encontró el planorbídeo estaban ligados a alguna actividad humana. Ejemplos lo constituyen la quebrada País (Paraiso, Cartago), donde sus aguas son utilizadas para irrigar cultivos de berros (Nasturtium sp.) siendo este un ambiente muy adecuado para la supervivencia de H. trivolvis debido a que una gran población de esta especie vive y se alimenta de estos vegetales. Otro caso es el de los estanques de piscicultura de la Estación Experimental "Fabio Baudrit" (Alajuela). Este último caso es de más importancia ya que en este sitio se han encontrado ratas de la especie Sigmodon hispidus. La proximidad entre el huésped definitivo e intermediario de A. costaricensis hace posible que allí se establezca el ciclo natural del agente etiológico de la angiostrongilosis abdominal. Condiciones similares existen en Lagos de Lindora (San José) en donde también se ha confirmado la presencia de Sigmodon hispidus y H. trivolvis. El hecho de que estos sean ambientes ligados a actividades humanas le otorga importancia epidemiológica al planorbídeo en estudio.

El estudio de los hábitos alimenticios de estos moluscos no se pudo realizar por medio del análisis de su contenido gástrico debido a que la rádula de estos caracoles es un órgano raspador tan eficiente que fue imposible identificar en el contenido estomacal el alimento ingerido. Así, fue necesario colocar grupos de caracoles con cada una de las especies de vegetales presentes en los sitios de colecta para ver cuales eran utilizados como alimento. Este método de trabajo es lento por lo que fue necesario controlar las poblaciones de algas en los acuarios, ya que Freitas (1973) demostró que los planorbídeos pueden sobrevivir alimentándose sólo de ellas. Para obviar este problema se cambió todos los días el agua de los acuarios. Por este método se confirmó que los vegetales que aparecen en el cuadro 15 pueden servir de alimento a H. trivolvis sin que esto signifique que esta lista esté completa. Desde luego hubo preferencias alimenticias en cuanto al tipo vegetal utilizado por el caracol. Estas preferencias recayeron en la lechuga (Lactuca sativa), el Potamogeton sp. y la Elodea canadensis. En lo que concierne a los hábitos alimenticios de los planorbídeos coincidimos con Paraense (1970) cuando afirma que aquellos están en íntima asociación con el sustrato sobre el cual vive el molusco. Finalmente, se comprobó que los helisomas pueden utilizar, inclusive, materia orgánica en proceso de putrefacción como único alimento. Sin embargo, no puedo confirmarse, si la poca preferencia por un determinado alimento o la deficiencia de calcio en el medio, llevó a estos caracoles a rasparse y dañarse mutuamente la concha. Sí se demostró que en total ausencia de alimento los caracoles más grandes se comen a los más pequeños; este tipo de canibalismo no lo encontramos descrito en ninguna parte.

Freitas (1973), Paraense (1976) y Leal (1976) en estudios de la di námica de poblaciones de Biomphalaria glabrata encontraron una alta ta sa de reproducción así como la variación de la densidad durante el año. Estos trabajos coinciden con los que se han realizado con H. trivolvis en el sentido de que la población aumenta al inicio y al final de la época lluviosa y disminuye en los meses de mayor y menor precipitación pluvial.

El estudio sobre la capacidad de oviposición de H. trivolvis demostró que el número promedio de huevos por día por caracol es de 21,79, dato que es similar al encontrado por Ritchie et al. (1966), en Biomphalaria glabrata. También se encontró que tanto la infección como A. costaricensis como la depredación de huevos limitan la tasa de natalidad. En el cuadro 6 se observa en ambos casos mercados descendentes del número de huevos por caracol, número de huevos por oviposición y del número de huevos por caracol por día. Sin embargo, en el mismo cuadro se puede observar que el promedio de posturas/caracol/día es mayor que el encontrado por Paulini y Camey (1969) en Biomphalaria sp. Los datos obtenidos en los trabajos de campo muestran una reducción aún más acentuada del índice reproductivo (Cuadro 6), de aquel presentado en el laboratorio. Esto podría deberse a que las poblaciones en su ambiente natural son afectadas por diversos factores tales como depredación, cambios climáticos, alimentación, competencia, etc. En el cuadro 14 se pueden observar los resultados de la acción de los ciliados y rotíferos que convivieron con 12 cápsulas de huevos en desarrollo, las cuales se consideraron responsables de la depredación de unos huevos ya que en algunos casos se los observó introducidos dentro del huevo mismo alimentándose

del vitelo n del embrión en desarrollo.

En condiciones óptimas los caracoles produjeron un promedio de 21,79 huevos por día. Esto significa que a ese ritmo de ovoposición cada ejemplar colocado en condiciones similares ovipositaría 654,7 huevos por mes y 7953 por año. Estos datos indican que aún cuando pocos de estos caracoles sobreviven a condiciones adversas del medio cuando retornan las condiciones normales pueden repoblar rápidamente su ambiente.

Los resultados obtenidos sobre la edad de la primera oviposición difieren de los encontrados por Paraense (1970) quien informa sobre la precocidad de los planorbídeos ya que la primera oviposición de Biomphalaria fue cercana a un mes de vida; en cambio estos resultados muestran que en H. trivolvis la primera oviposición se presentó a los 3 meses de edad. El estudio de la tasa de crecimiento dio un promedio de 0.0808 mm/día (Cuadro 9). Si la tasa de crecimiento fuera constante y las condiciones no variaran, los caracoles alcanzarían un crecimiento anual de 29,49 mm. Desde luego que esto no sucede tanto por la posible regulación genética del crecimiento como por los factores ambientales que al variar afectan el ritmo de crecimiento. Debido a la gran cantidad de factores ambientales que influyen y a la diversidad de formas como se manifiestan, puede afirmarse que no existe relación entre el diámetro de la concha y la edad de estos moluscos. Se puede suponer que en los casos en que las condiciones son óptimas, el ritmo de crecimiento podría ser constante y el tamaño podría guardar relación con la edad. Pero, como las condiciones en los ambientes naturales no son siempre óptimas

ni constantes, la citada relación no puede establecerse. Shiff (1964) considera que la temperatura es el factor ambiental más importante en la regulación del crecimiento. Paraense (1970) indica que las condiciones adversas del medio principalmente la desecación, lo afectan drásticamente. En el presente estudio se observó que la tasa de crecimiento de los ejemplares jóvenes de Helisoma trivolvis mantenidos a temperatura constante y aereación artificial fue mayor que a temperatura ambiente y sin aereación. También se pudo apreciar que la deficiencia de alimento produce retardo en el desarrollo formándose líneas de crecimiento más gruesas y sobresalientes en la concha.

En los Cuadros 7, 8 y 9 se observa que el diámetro promedio de los caracoles de un mes de edad es de 3,0 mm, lo que coincide con lo encontrado por Paraense (1970) en Biomphalaria glabrata, aunque este otro planorbídeo alcanza mucho mayor diámetro que Helisoma trivolvis en su estado adulto. Se considera que las variaciones de tamaño registradas en el cuadro 6, podrían ser producidas por la diferente intensidad con que los factores ambientales actuaron en el medio donde se criaron los caracoles. También debe considerarse en este caso, que las colectas se realizaron en épocas diferentes y esto podría influir en los resultados obtenidos. Estas diferencias de tamaño sugirió la posibilidad de ser diferentes especies, sin embargo, el análisis taxonómico demostró que todos los ejemplares colectados en las localidades consideradas en este trabajo pertenecen a la especie Helisoma trivolvis lo que no significa que sólo esta especie exista en nuestro país, ya que se ha encontrado Helisoma anceps en el lago del Balneario de Ojo de Agua (Heredia) y en el río Purires (Cartago). Otros autores (Brenes, R.R. et al. 1968; Goodman J. Brenes y Arro

yo, 1969 y Tom, R.J. et al. (1964) han encontrado Helisoma guatemalensis en Costa Rica.

Desde el punto de vista epidemiológico, es importante controlar las poblaciones de los huéspedes de los parásitos. En el caso de los Planorbídeos que son huéspedes intermediarios de parásitos de importancia en salud humana, han sido señalados como el eslabón del ciclo de vida del parásito que debe ser atacado para el control de la enfermedad (Leal, 1976). Esta lucha se ha realizado básicamente con el empleo de sustancias químicas que matan a los moluscos. Estas sustancias han producido consecuencias graves tales como la eliminación de gran parte de la fauna dulceacuícola y un desequilibrio biológico general en el ambiente donde se aplica (Freitas, 1976; Leal, 1976; Paraense, 1976). Por este motivo se insiste que debe estudiarse el comportamiento de los moluscos en sus ambientes naturales y los factores ambientales relacionados con ellos para abrir nuevos horizontes en la campaña contra estos huéspedes de parásitos de importancia médica (Freitas, 1976, y Paraense, 1976). La observación de caracoles viviendo en barro húmedo Estación Experimental "Fabio Baudrit" motivó el estudio de la resistencia de H. trivolvis a la desecación.

Muchos autores, entre los que podemos citar a Barboza, (1964); Olivier (1956); Paraense, Pereira y Pinto (1954); Barboza y Coelho (1955); Olivier y Barboza (1953); Paraense y Pereira (1956); Pelowagora (1956); Kloetzel (1959); Andrade (1962) y Leal (1976), han realizado observaciones sobre la resistencia a la desecación del medio ambiente de los planorbídeos del género Biomphalaria que sirven de huésped a Schistosoma

masoni. El encontrar planorbídeos de la especie Halisoma trivolvie en las condiciones ya citadas y comprobar que resistían hasta dos meses la desecación, se expusieron paulatinamente, en el laboratorio, a la condición de total desecación. Los cuadros 12 y 13 permiten afirmar que aunque la resistencia a la desecación de estos moluscos es variable, la condición de total desecación del medio ambiente constituye un factor utilizable para su control. El hecho de que sobrevivan hasta dos meses en barro húmedo pueda explicarse porque son gastrópodos pulmonados, derivados de caracoles terrestres. Sin embargo, este tipo de respiración está desapareciendo paulatinamente. En sustitución de ella se está desarrollando de nuevo su primitiva respiración acuática por medio de pseudobranquias que es una estructura secundaria que no está representada embriológicamente y sólo aparece en estadios posteriores como una emanación de la cresta rectal constituyendo, por lo tanto, un órgano neoformado y no de recapitulación ontogenética (Paraense, 1970). La tierra y la materia orgánica colocada en el fondo de la pila en donde se llevó a cabo esta experiencia era de grano grande y fuerte por lo que ninguno de los caracoles logró introducirse en ella, aunque sí habían muestras muy claras de que habían intentado hacerlo. Este fenómeno mencionado por Brokmeier (1896), Lutz (1918) y Fisher (1950) (citados en Andrade, 1959) y Paraense, Pereira y Pimentel (1955), Olivier, (1955) y McClelland (1956) los caracoles lo realizan posiblemente para buscar tierra húmeda para suplir su necesidad de agua. Klotzel (1959) considera la desecación como el factor responsable de la mortalidad de los caracoles que pasan por períodos de severa sequía. Los resultados obtenidos no contradicen las afirmaciones de Olivier (1956) en el sentido

de que hay diferencias en cuanto a resistencia a la desecación entre razas de la misma especie que provengan de diferentes hábitáculos.

Como se deriva de la información contenida en el cuadro 17, A. costaricensis evoluciona dentro de H. trivolvis de la misma forma que lo hacen en su huésped intermediario natural Vaginulus (Sarasinula) plebeius o en Biomphalaria glabrata. Esto se debe a que en H. trivolvis las larvas de primer estadio, que son las formas que invaden y se desarrollan en el molusco, mudan dos veces y se transforman en larvas de tercer estadio que constituye la forma infectante para el mamífero. Esto no indica sin embargo, que Helisoma trivolvis sea un huésped intermediario tan adecuado como Vaginulus (Sarasinula) plebeius o Biomphalaria glabrata ya que como se observa en el cuadro 16 las larvas mudan más lentamente en H. trivolvis que en la especie testigo. En el cuadro 17 se observa que el número de larvas de tercer estadio en Biomphalaria glabrata es siempre mayor que en H. trivolvis. Debido a estas diferencias, se trató de evaluar el número de larvas que se desarrollan en cada caracol a partir de una dosis inicial de mil larvas/caracol. En el cuadro 17 se observa que los resultados fueron muy variables, lo que podría explicarse por el comportamiento de los caracoles en el sentido de que tienden a agruparse y por lo tanto disminuye la oportunidad de encuentros con las larvas. Podría también considerarse que los caracoles estuvieron muy bien alimentados a la hora de ponerlos en las bandejas para que "comieran" las larvas, lo que agregado a la poca cantidad de agua, podría haber disminuido su actividad. Por esta razón, se podría considerar que disminuyó la ingesta de larvas durante los dos días en que se tuvieron en contacto con las mismas.

Se hace preciso mencionar también que no se determinó si los caracoles usados en esta experiencia estaban infectados por algún otro parásito lo que podría producirles una resistencia que los protegiera de la infección con Angiostrongylus costaricensis. Wells (1967) afirma que en ciertos casos el hospedero llega a alcanzar una inmunidad progresiva que eventualmente impedirá infecciones posteriores por parásitos de la misma especie, y cita como ejemplo a los caracoles que tienden a hacer esto como respuesta contra duelas, con lo que algunos de los miembros más viejos de la población al ser examinados se ve que son los únicos ejemplares no infectados. Como ya se mencionó muchos otros parásitos sin importancia para la especie humana, utilizan a Helisoma trivolvis como huésped intermediario; pero el haber encontrado un ejemplar de esta misma especie naturalmente infectado con Angiostrongylus costaricensis, no sólo permitió confirmar los datos experimentales, sino que aumenta su importancia epidemiológica. El caracol encontrado con Angiostrongylus costaricensis en el estero Lagartero de Santa Cruz (Guanacaste) representa el primer planorbídeo que aparece naturalmente infectado con este nemátodo. La comprobación de este hallazgo se hizo mediante la inoculación de estas larvas en un ejemplar de Sigmodon hispidus del cual se obtuvieron 8 adultos al cabo de un mes. Este hallazgo tiene importancia desde el punto de vista epidemiológico pues tanto la rata Sigmodon hispidus como el caracol, conviven en habitáculos íntimamente relacionados en nuestro país, lo que hará pensar que el ciclo de Angiostrongylus costaricensis podría mantenerse en estas dos especies, aumentando con esto la probabilidad de infección en el hombre, principalmente porque algunas po-

blaciones de planorbídeos están asociadas a actividades humanas. Ad
más la resistencia a la desecación y el alto índice reproductivo de
este nuevo huésped intermediario, garantizarían tanto la estabilidad
del ciclo como la rápida reinvasión o repoblación de un habitáculo.

Fig. 1. Detalle de los dientes de la rádula de H. trivolvis.

Fig. 2. Organo prepucial de H. trivolvis.

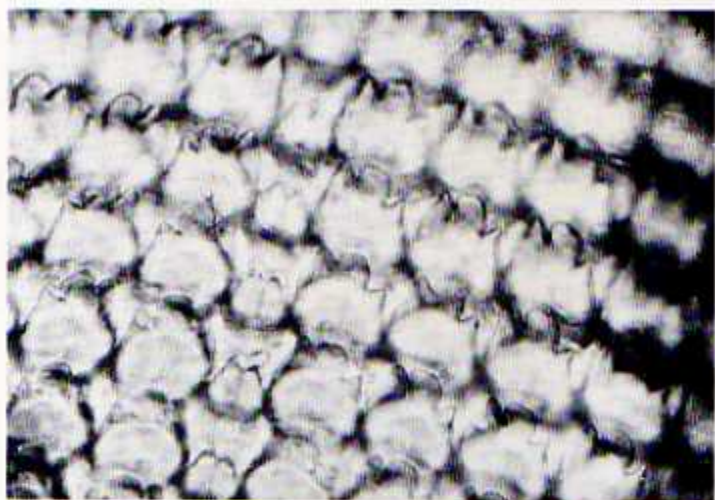


Fig. 3. Glándula prostática de H. trivolvís.



Fig. 4. Area estudiada y de distribución estimada de H.
trivolvie en Costa Rica.

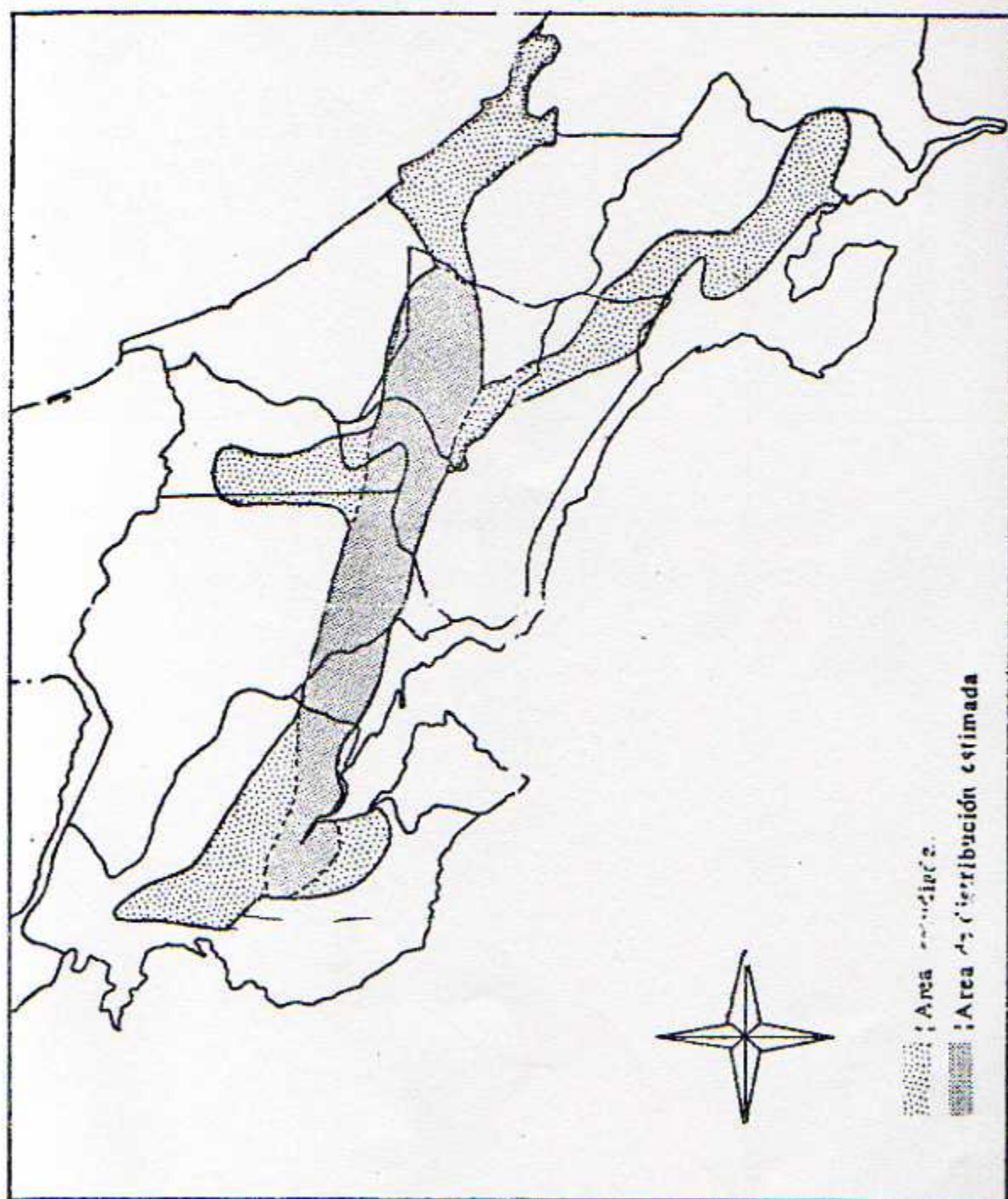


Fig. 5. Area de precipitación pluvial menor de 3000 mm por año
en Costa Rica y sitios donde se colectó H. trivolvís.

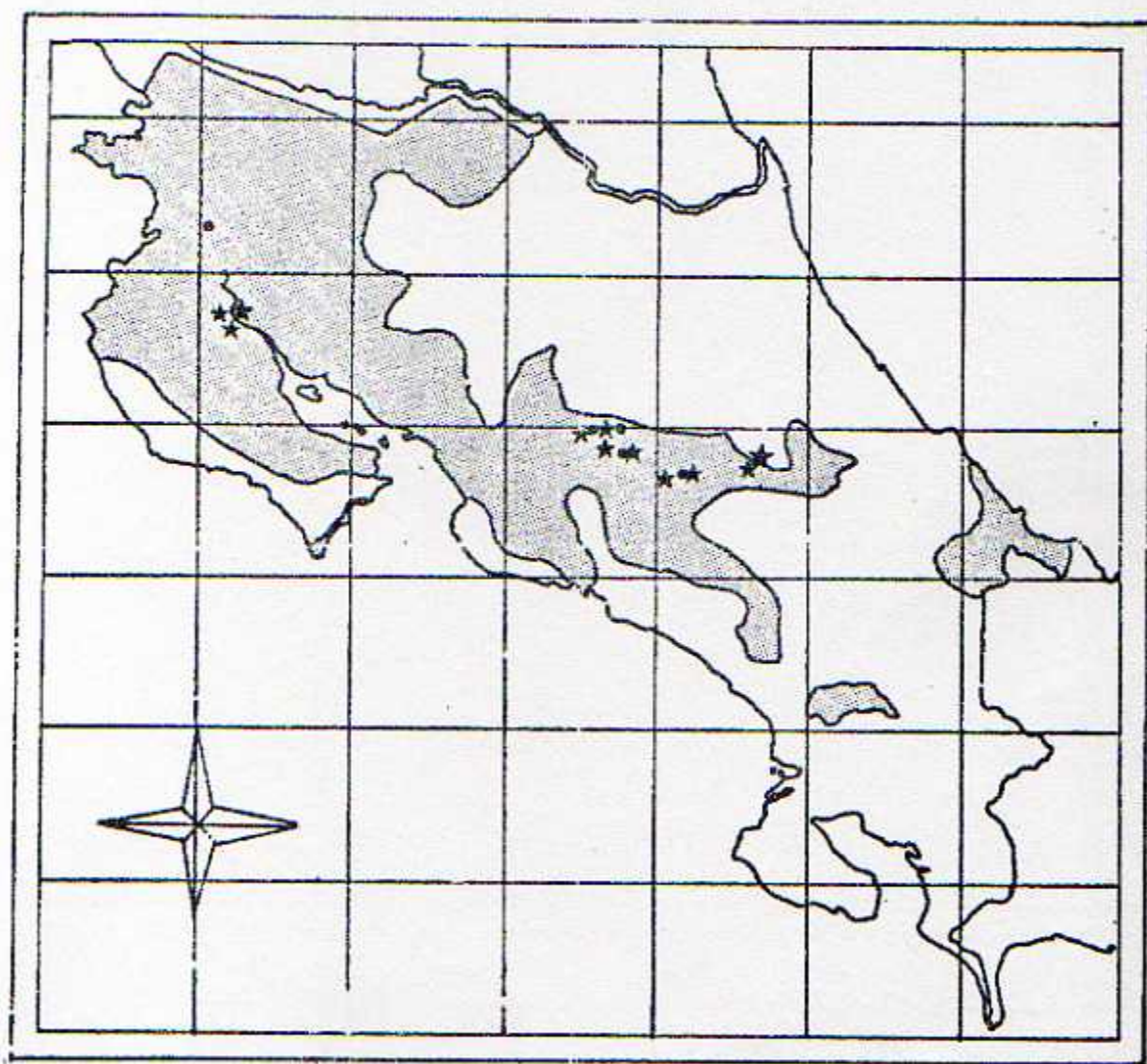
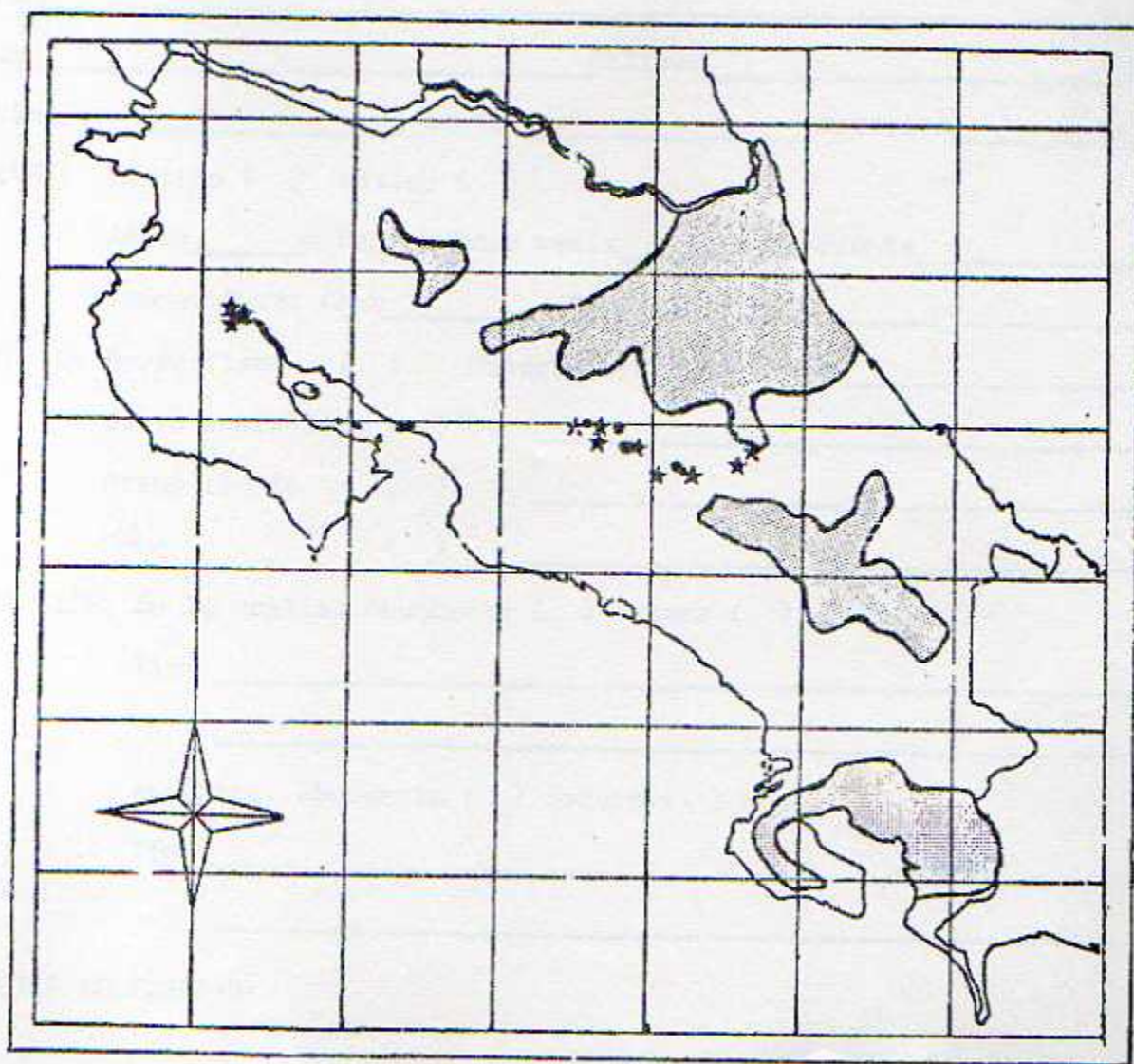


Fig. 6. Area de precipitación pluvial mayor de 4000 mm por año en Costa Rica y sitios donde se colectó H. trivolis.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Escuela de Biología

Colecta de Moluscos de Agua Dulce:

Nº _____ Fecha _____

Colector _____

Método _____

Lugar _____ Altitud _____

Provincia _____ Cantón _____ Distrito _____

HABITAT: Léntico () Lótico ()

Ancho _____ m Profundidad media _____ m Corriente _____

Temperatura: Agua _____ Ambiental _____ pH _____

SUSTRATO: Barro firme () Materia orgánica suelta _____

Barro semisólido () Otro _____

Arena limpia () _____

Roca () _____

VEGETACION: En la orilla: Abundante () Escasa () Nada ()

Tipo _____

Acuática: Abundante () Escasa () Nada ()

Tipo _____

ESPECIES COLECTADAS:

Nº ejemplares

BIBLIOGRAFIA

1. Alicata, J.E. 1962. Angiostrongylus cantonensis (Nematoda: Metastrongylidae) as causative agent of eosinophilic meningoencephalitis of man in Hawaii and Tahiti. Can. J. Zool., 40 (1): 5-8.
2. Alicata, J.E. 1965. Biology and distribution of the first Lungworm, Angiostrongylus cantonensis and its relationship to Eosinophilic Meningo-encephalitis and other neurological disorders of man and animals. Adv. In Parasit., 3:223-248.
3. Alicata, J.E. 1968. Absence of Angiostrongylus cantonensis among Rodents in Parts of Central and South America, J. Parasit., 53: 1118.
4. Anderson, R.C., Chabaud, A.G. and Willmott, S. 1978. Keys to genera of the superfamily Metastrongyloidea In: keys to the Nematoda Parasites of vertebrates. No 5. Commonwealth Agricultural Bureaux, England.
5. Andrade, R.M. 1959. Ecologia. Rev. Bras. Malarinol. Doenc. Trop. 11(2/3): 171-217.
6. [†]Andrade, R.M. 1962. Ecologia de A. glabratus em Belo Horizonte, Brasil. II. Variações anuais e trimestrais do diametro dos caramujos. R. Inst. Med. Trop. S. Paulo. 4(6): 366-374.
7. Baermann, G. 1917. Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomon (Nematoden) Larven in Erdproben Medel. Geneesk. Lab. Waltevreden, Feestbundd, Bateria, pp 41-47.
8. Barbosa, F.S. 1964. Os transmissores da esquistossomose mansoni no nordeste do Brasil. J. Bras. Med. 8(3): 263-268.
9. Barbosa, F.S. e M.V. Coelho. 1955. Comportamento das formas larvarias de Schistosoma mansoni em Australorbis glabratus (Mollusca, Planorbidae), sujeitas a estivasan. Publ. Av. Inst. Aggeu Magalhaes 4(3): 51-60.
10. Barlow, C.H. 1933. The effect of the "Winter Rotation" of water upon snail involved in the spread of Schistosomiasis in Egypt, 1930-1931 and 1931-1932. Amer J. Hyg., 17(3): 724-742.

11. Beaver, P.C. and Rosen, L. 1964. Memorandum on the first report of Angiostrongylus in man by Nomura and Lin, 1945 Amer. J. Trop. Med. Hyg., 13: 589.
- 12a Boerger, H. 1975. Comparison of the life cycles, reproductive ecologies, and size-weight relationships of Heliosoma anceps, H. campanulatum, and H. trivolvis (Gastropoda, Planorbidae) Can. J. Zool., 53: 1812-1824.
- 12b Boerger, H. 1975. Movement and burrowing of H. trivolvis (Say) (Gastropoda, Planorbidae) in a small pond. Can. J. Zool., 53(4): 456-464.
13. Brenes, R., G. Arroyo, G. Muñoz y E. Delgado. 1968. Estudio preliminar sobre Fasciola hepatica en Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 15(1): 137-142.
14. Brumpt, E. 1941. Observations biologiques diverses concernant Planorbis (Australorbis) glabratus, hôte intermédiaire de Schistosoma mansoni. Ann. Parasit. Hum. et Comp., 18(1-2-3): 9-45.
15. Camacho, H. y Morera, P. 1979. Resistance of Biomphalaria straminea to the infection with Angiostrongylus costaricensis. J. Parasit. En prensa.
16. Castro, J.A. 1948. Fasciolosis hepática humana en Costa Rica. (Presentación de un caso) Rev. Biol. Trop., 4: 160-161.
17. Céspedes, R.; J. Salas; S. Mekbel; L. Troper; F. Mullner; P. Morera; 1967. Granulomas entéricos y linfáticos con intensa eosinofilia tisular producidos por un estrongilideo Strongylata, I. Patología. Acta Médica Cost., 10 (3): 235-255.
18. Corkum, K.C. and Beckerdite, F.W. 1975. Observations on the life history of Alloglossidium macrobdellensis (Trematoda: Macrobdelloidea) from Macrobdella ditetra (Hirudinea: Hirudinidae) Am. Midl. Nat. 93(2): 484-491.
19. Cunha, A.S. 1970. Esquistossomose mansoni. Editora da Universidade de San Paulo Brasil. p. 435.
20. Chabaud, A.G. 1972. Description de Stenfankostromylus dubosti n. sp. parasite du Potamogale et essai de classification des Nematodes Angiostrongilinae. Ann. Parasit. Hum. Comp., 47: 735-744.

21. Chernin, E. 1960. Daubaylia potomaca, a nematode parasite of Helisoma trivolvis, transmissible to Australorbis glabratus. J. Parasitol., 46(5): 599-607.
22. Dronen, N.D. Jr. and B.Z. Lang. 1974. The life cycle of Cephalogonimus salamandrus sp. n. (Digenea: Cephalogonimidae) from Ambystoma tigrinum (Green) from eastern Washington. J. Parasitol., 60(1): 75-79.
23. Faust, E.C. and Hoffman, W.A. 1934. Studies on Schistosomiasis in Puerto Rico. III Biological studies. 1. The extra mammalian phases of the life cycle. J. Publ. Health and Trop. Med., 10:133-196.
24. Fisher, P.H. 1950. Vie et Moeurs des Mollusques. Ed. Payot, Paris. 312 p.
25. Freitas, J.R. 1973. Ritmo de crescimento de Biomphalaria glabrata (Say, 1818). Padronizacao da técnica de criacao. Tesis. Universidades Federal de Minas Gerais. 108 p.
26. Freitas, J.R. 1976. Ministro alerta para marcha do xistossoma. Journal do Brasil. 19 de setembro de 1976. p. 24.
27. Goodman, J., Brenes, R.R. y G. Arroyo. 1962. Llave para algunas formas de cercaria que pueden encontrarse en Costa Rica. O'Bins. 2: 12-22.
28. Holdridge, L. et al., 1971. Forest environments in tropical life zones. A pilot study. Pergamon Press. Oxford, p. 6-17.
29. Kloetzel, L. 1959. Resistencia a dessacacao de A. glabratus, comparacao entre caramujos de Olinda (PE) e uma dos focos de Salvador (BA) R. Inst. Med. Trop. S. Paulo 1 (4): 279-88.
30. Leal, M.A.M. 1976. Marcacao radioisotópica do caramujo vetor da esquistossomose e sua utilizacao em estudos de dinamicade populacao. Tesis. Univ. Federal de Rio de Janeiro. 135 p.
31. Lima, E.C. 1965. Esquistossomose mansonii no Estado do Paraná. Universidade do Paraná. Conselho de Pesquisas. Brasil. 255 p.

32. Malek, E.T. 1956. Factors conditioning the habitat of Bilharziasis intermediate hosts of family Planorbidae. W.H.O. Biol. Ecol. 26. Mimeografiado. 51 pp.
33. Malek, E.A. and Cheng, T.C. 1974. Medical and economic malacology. Academic Press. New York.
34. McClelland, W.F.J. 1956. Studies on snail vector of schistosomiasis in Kenya. J. Trop. Med. Hyg., 59(10): 229-242.
35. McLaughlin, J.D. 1976. Experimental studies on the life cycle of Cyclocoelum mutabile (Zeder) Trematoda: Cyclocoelidae. Can. J. Zool., 54 (1): 48-54.
36. Morera, P. 1967. Granulomas entéricos y linfáticos con intensa eosinofilia tisular producidos por un astrongilidio (Strongylata; Railliet y Henry, 1913). II. Aspecto parasitológico (nota previa). Acta. Med. Cost., 10 (3): 257-265.
37. Morera, P. 1968. Trematodiasis pulmonar. Estudio de dos casos encontrados en Costa Rica. Acta Médica Cost. 11(3): 225-237.
38. Morera, P. 1973. Life history and redescription of Angiostrongylus costaricensis (Morera y Céspedes, 1971). Amer. J. Trop. Hyg., 22: 613-621.
39. Morera, P. y Asch, L.R. 1970. Investigación del huésped intermedio de Angiostrongylus costaricensis (Morera y Céspedes, 1971). Bol. Chileno de Parasitología, 25: 135.
40. Morera, P. y Céspedes, R. 1971. Angiostrongilosis abdominal. Una nueva parasitosis humana. Acta Med. Cost., 14 (3): 159-173.
41. Morera, P. y Céspedes, R. 1971. Angiostrongylus costaricensis n. sp. (Nemátoda: Metastrongylinidea) a new lungworm occurring in man in Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 18: 173-185.
42. Morera, P., Arroyo, R. y Solano, E. 1977. Infección de ratas salvajes con Angiostrongylus costaricensis por vía subcutánea e intraperitoneal. Rev. Biol. Trop., 25(2): 257-261.

43. Nomura and Lin, 1945. IN: Beaver, P.C. and Rosen, L. 1964. Memorandum on the first report of Anginstrongylus in man by Nomura and Lin, 1945. Amer. J. Trop. Med. Hyg., 13:589.
44. Olivier, L. 1955. The location of the schistosoma vector, Australorbis glabratus and Tropicorbis contimetricus, on and in the soil on dry natural habitats. J. Parasit.
45. Olivier, L. 1956. Observations on vectors of Schistosomiasis mansoni kept out of water in the laboratory. J. Parasit. 42(2): 137-146.
46. Olivier, L. and F.S. Barbosa. 1955. Seasonal studies on Australorbis glabratus Say from two localities in eastern Pernambuco, Brazil. Publ. Av. Inst. Aggou Magalhães 4(6): 79-103.
47. Olsen, D.W. 1974. Animal parasites: Their life cycles and ecology. 3 eth. edition University Press. U.S.A. 562 p.
48. Paraense, W.L. 1970. Planorbídeos hospedeiros intermediários do Schistosoma mansoni. In Cunha, A.S. 1970. Esquistossomose mansoni. Editores de Universidade de São Paulo, Brasil, 41-30 p.
49. Paraense, W.L. 1976. Helisoma trivolvis and some of its synonyms in the neotropical region (Mollusca: Planorbidae) Rev. Bras. Biol., 36(1): 187-204.
50. Paraense, W.L. & O. Pereira. 1956. Resultados da aplicação do pentaclorofend como planorbicida em uma área experimental. Apress. ao XIII Congr. Brasil. Hig., Fortaleza, Ceará.
51. Paraense, W.L., O. Pereira y D.B. Pinto. 1954. Reinvasion of breeding places by snail. Trans. Roy. Trop. Med. & Hyg. 48(6): 540.
52. Paraense, W.L., O. Pereira y D.B. Pinto. 1955. Un aspecto de la ecología de Australorbis glabratus que favorece la reinfestación de los criaderos. Rev. Ser. Esp. Saúde Públ. 7: 573-581.

53. Paulini, E. & T. Camey. 1964. Observações sobre a biologia de A. glabratus II. Influência da temperatura do ambiente sobre a frequência da postura. Rev. Bras. de malarilogia e doenças tropicais.
54. Perlowagora, A.S. 1956. Experiências de laboratório sobre a possibilidade de os platorbídeos viverem dentro da lama ou nela se enterrarem na ocasião do tratamento com planorbicidas. Rab. Brasil. Malarilogia e D. Trop. 7: 375-382.
55. Perlowagora, A.S. 1967. Estudos relativos aos efeitos da radiação ionizante sobre caramujos com vistas ao combate a esses hospedeiros de Schistosoma mansoni R. Bras. Malarinol. e Doenc. Trop., 19 (2): 231-243.
56. Perlowagora, A.S. 1968. The reaction of A. glabratus to infection with S. mansoni. R. Inst. Med. Trop. S. Paulo 10(4): 219-228.
57. Pessoa, B.S. e Martins, A.V. 1974. Parasitologia Médica. Ed. Guanabara Koogan, 4ta. ed. Rio de Janeiro, Brasil 1002 p.
58. Prechel, D.P., Cain, G.D. and Nollen, P.M. 1976. Responses of Magelodiscus temperatus miracidium to amino and sialic acids found in snail-conditioned water. J. Parasitol., 62 (5): 693-697.
59. Rey, L. 1956. Contribuição para o conhecimento da morfologia, biologia e ecologia dos platorbídeos brasileiros transmissores de esquistossomose. Rio de Janeiro. Ser. Nac. de Educ. San. 217 p.
60. Richie, L.S., A. Hernández & R. Rosa-Amador. 1966. Biological potentials of Australorbis glabratus: life span and reproduction. Am. J. Trop. Med. & Hyg. 15: 614-617.
61. Robles, G.R. , F. Loria, A. Robles, S. Valle y C. Cordero. 1968. Granuloma eosinofílico parasitario intestinal. Rev. Med. Hosp. Niños. 3: 67-80.
62. Rosen, L., Laigret, J. y Borries, S. 1961. Observations on an outbreak of eosinophilic meningitis on Tahiti. French Polynesia. Am. J. Hyg., 74: 26-41.
63. Sauerbrey, M. 1977. A precipitation test for the diagnosis of Human Abdominal Angiostrongiliasis. Am. Jour. of Trop. Med. and Hyg., 26: 1156-1158.

64. Scott, A.J. 1942. La epidemiología de la Schistosomiasis en Venezuela. Rev. de Sanidad y Asistencia Social: VII (6): 772-809.
65. Shiff, E.J. 1964. Studies on Bulinus (Physopsis) globus in Rhodesia. II. Factors influencing the relationship between age and growth. Ann. Trop. Med. Parasitol. 58: 106-115.
66. Sierra, E. y Morera, P. 1972. Angiostrongilosis abdominal. Primer caso encontrado en Honduras. Acta Med. Cost., 15 (2): 95-99.
67. Taft, S. 1975. Aspects of the life history of Cyclocoelum brasiliense. Stossich 1902. (Trematoda: Cyclocoelidae). J. Parasitol., 61 (6): 104-143.
68. Tesh, R.B., L.J. Ackerman, W.A. Dietz y J.A. Williams. 1973. Angiostrongylus costaricensis in Panamá, Prevalence and Pathologic findings in wild rodents infected with the parasite. Am. Jour. Trop. Med. Hyg. 22(3): 348-356.
69. Tonn, R.J.; G.W. Hunter III; M. Alfaro; J.A. Zúñiga; D.L. Redmond. 1964. Seasonal incidence of larval Trematodes in Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 12(1): 59-65.
70. Wallace, G.D. and Rosen, L. 1969. Techniques for recovering and identifying larvae of Angiostrongylus cantonensis from Mollusca. Malacologia, 7: 427-438.
71. World Health Organization. 1957. Report. Nº 120. Suisse.
72. _____ 1968. A guide for the identification of the snail intermediate hosts of schistosomiasis in the Americas. Scientific Publication Nº 168. Washington, D.F. 122 p.
73. Yousif, F. and Lammeler, G. 1975. The suitability of several aquatic snails as intermediate hosts for Angiostrongylus cantonensis Z. Parasitenkd. 47(3): 203-210.
74. Zambrano, P.A. 1973. Iloncolitis pseudotumoral eosinofílica de origen parasitario. Rev. Latinoam. de Patología XII (1-2): 43-50.

75. Zavela, V.J. et al. 1974. Angiostrongilosis costaricensis: primeros casos mexicanos. Rev. de Inv. Clínica. 26: 389-394.
76. Zilioto, Jr. A., J.E. Könzle, L.A. Rues Fernández, J.C. Prates-Campos y R. Britto Costa. Angiostrongilíase: apresentação de um provavel caso. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 17(5): 312-318. 1975.

