

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología

Estudio de la estructura de la población y biometría de  
Macrobrachium americanum Bate, 1868 (Decapoda, Palaemo-  
nidae) en la Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corco-  
vado, Costa Rica y su posible cultivo comercial

Práctica dirigida para optar el grado de  
Licenciado en Biología

LUIS H. ELIZONDO CASTILLO

Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"

1986

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Estudio de la estructura de la población y biometría de Macrobrachium americanum Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) en la Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corcovado, Costa Rica y su posible cultivo comercial

Práctica dirigida para optar el grado de  
Licenciado en Biología

LUIS H. ELIZONDO CASTILLO

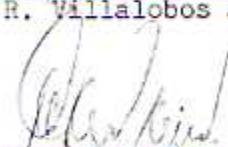
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"

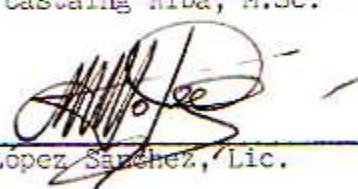
1986

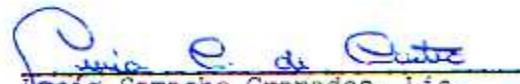
Estudio de la estructura de la población y biometría de Macrobrachium americanum Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) en la Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corcovado, Costa Rica y su posible cultivo comercial

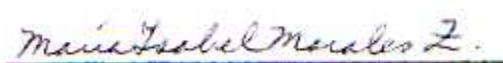
Práctica dirigida presentada a la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad de Costa Rica para optar el grado de Licenciatura en Biología

  
Carlos R. Villalobos Solé M.Sc. Director de la Práctica

  
Alvaro Castaing Ribá, M.Sc. Miembro del Tribunal

  
Myrna López Sánchez, Lic. Miembro del Tribunal

  
Lucía Camacho Granados, Lic. Miembro del Tribunal

  
María I. Morales Z., M.Sc. Subdirectora de la Escuela de Biología

  
Luis H. Elizondo Castillo Sustentante

## DEDICATORIA

### A MIS QUERIDOS PADRES

Quienes con su estímulo y ayuda hicieron posible la culminación de mis estudios y consecuentemente la realización de este trabajo.

### A MIS HERMANOS

### A MI NOVIA

## AGRADECIMIENTOS

Al M.Sc. Carlos R. Villalobos S., Director de la Práctica, por su asesoramiento en el presente estudio.

Al M.Sc. William Bussing, por su ayuda en la identificación de las especies de peces.

Al Lic. Rodrigo Umaña, por su invaluable colaboración en la interpretación de los datos estadísticos.

A todos mis ex-compañeros de trabajo en los Parques Nacionales Corcovado y Braulio Carrillo por su estímulo y ayuda, especialmente a la señora Reina Sácida y a los señores William Alpízar, Joaquín Alvarado y Roberto Delgado.

Al Servicio de Parques Nacionales de Costa Rica por todas las facilidades brindadas al autor.

Al Personal de la Secretaría de la Escuela de Biología por las diferentes ayudas concedidas al autor.

## CONTENIDO

	Página
TRIBUNAL EXAMINADOR .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
CONTENIDO .....	v
INDICE DE CUADROS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	viii
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
Familia Palaemonidae .....	3
Género <u>Macrobrachium</u> .....	3
<u>Macrobrachium americanum</u> Bate, 1868 .....	5
Sinonimia .....	5
Distribución .....	5
Características morfológicas .....	5
Dimorfismo sexual .....	6
Aspectos reproductivos .....	8
Proporción de sexos .....	9
Cultivo .....	10
MATERIAL Y METODOS .....	13
Descripción del Sitio de Estudio .....	13
Estructura de la Población y Biometría de los Sexos .....	16
RESULTADOS .....	20
DISCUSION Y CONCLUSIONES .....	44

	Página
RESUMEN .....	51
BIBLIOGRAFIA .....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº		Página
1	Valores promedio de precipitación (mm.), temperatura del agua (°C) y número de individuos de <u>Macrobrachium americanum</u> obtenidos en los lugares de colecta .....	22
2	Número de individuos de diferentes especies colectados en los sitios de muestreo .....	24
3	Media y valores máximos y mínimos obtenidos en las variables determinadas en <u>Macrobrachium americanum</u> del sitio 2. Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corcovado, Costa Rica .....	26
4	Media y valores máximos y mínimos obtenidos en las variables determinadas en <u>Macrobrachium americanum</u> del sitio 3. Quebrada Camaronal Parque Nacional Corcovado, Costa Rica .....	27
5	Valores mensuales del número de individuos, porcentaje y biomasa por sexos en ejemplares de <u>M. americanum</u> en el sitio 2 .....	28
6	Valores mensuales del número de individuos, porcentaje y biomasa por sexos en ejemplares de <u>M. americanum</u> en el sitio 3 .....	29
7	Matriz de correlación entre las variables: Longitud y ancho del cefalotórax (LC-AC), longitud y ancho del abdomen (LA-AA), longitud del quelípedo derecho (LQ), ancho de la quela derecha (AQ), longitud del iatus (LI), longitud del rostro (LR) y peso total (PT) determinados en hembras (n:65) y machos (n:98) de <u>M. americanum</u> en el sitio 2 ..	41
8	Matriz de correlación entre las variables: Longitud y ancho del cefalotórax (LC-AC), longitud y ancho del abdomen (LA-AA), longitud del quelípedo derecho (LQ), ancho de la quela derecha (AQ), longitud del iatus (LI), longitud del rostro (LR) y peso total (PT) determinados en hembras (n:31) y machos (n:122) de <u>M. americanum</u> en el sitio 3.	43

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº		Página
1	Mapa de la localidad de estudio, Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica .....	14
2	a. Vista lateral de un macho de <u>Macrobrachium americanum</u> .	
	b. Vista dorsal de un ejemplar de <u>M. americanum</u> con las medidas tomadas en el presente trabajo.	
	c. Vista lateral de la quela con las medidas respectivas a determinar .....	18
3	Distribución de la precipitación durante los meses de mayo a noviembre de 1985 en el Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica..	19
4	Interrelación entre la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y el número de individuos de <u>M. americanum</u> colectados mensualmente en los diferentes sitios. a) Sitio 1, b) Sitio 2 y c) Sitio 3.....	21
5	Distribuciones de frecuencia de la longitud del cefalotórax (LC, mm.) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3 .....	32
6	Distribuciones de frecuencia de la longitud del abdomen (LA, mm.) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3.....	33
7	Distribuciones de frecuencia de la longitud del quelípodo (LQ, mm.) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3 .....	34
8	Distribuciones de frecuencia del peso total (PT, g.) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3.....	35
9	Diagramas de dispersión entre las variables peso total (PT) y longitud del cefalotórax (LC) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3.....	35

Figura Nº		Página
10	Diagramas de dispersión entre las variables peso total (PT) y longitud del abdomen (LA) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3 .....	39
11	Diagramas de dispersión entre las variables peso total (PT) y longitud del quelípedo (LQ) en hembras y machos de <u>M. americanum</u> del Sitio 2 y Sitio 3. ....	40

## INTRODUCCION

La explotación de los recursos acuícolas constituye una fuente importante de trabajo, a la vez que le permite a los países captar recursos económicos bajo las diversas modalidades tributarias o el ingreso de divisas. Los efectos de esta explotación creciente ya se observan a nivel mundial al mostrar las poblaciones naturales signos de declinación evidentes (Miles, 1968; Caillowet, 1970; Ruiz, 1981).

Esta tendencia a la sobre-explotación, unida al deterioro de muchos de los sistemas naturales, ha dado la oportunidad en los últimos años a la acuicultura de contribuir en alguna medida a reducir el problema de la escasez de alimentos que se ha generado, considerando que sólo el uso mejorado de la tierra y la explotación de los recursos del mar y de los ríos, no podrán ser suficientes para afrontarla. Esta situación demanda una alternativa de solución inmediata, por lo que esta actividad es considerada como una vía eficaz para mejorar a corto plazo el problema de la desnutrición, así como una de las pocas alternativas para la diversificación y retención de mano de obra en el campo. (Bardach et. al., 1972; Ruiz, 1981; UNCIAD/GATT, 1983).

Uno de los campos dentro de la acuicultura, que en los últimos años ha tenido progresos espectaculares, es el cultivo de los crustáceos. Conviene recordar que la mayoría de los crustáceos cultivables a nivel comercial pertenecen a la Familia Penaeidae y sigue en orden de importancia los camaridos (Familia Palaemonidae). Ambos grupos se caracterizan por un

desarrollo larval que dura muy poco tiempo, siendo de crecimiento rápido en la fase de juveniles lo que les permite alcanzar tallas comerciales en pocos meses. Por otra parte, la mayoría de los restantes crustáceos, de los que ya se conoce su desarrollo, carecen de importancia en el presente y sólo son recursos potenciales. Estos se caracterizan por un desarrollo y un crecimiento muy lento por lo que tardan varios años en alcanzar tallas comerciales. (Scelzo, 1974).

Dentro de la familia Palaemonidae la mayor atención se ha concentrado sobre el langostino de Malasia, Macrobrachium rosenbergii, que se cultiva en la actualidad con bastante éxito en muchos países del mundo. Sin embargo, la familia incluye en las regiones tropicales muchas otras especies cuyas características biológicas y potencial de cultivo se desconocen.

Así Holthuis (1980), señala que en algunos países de América Latina (inclusive Costa Rica) se encuentran especies como Macrobrachium americanum Bate, la cual presenta posibilidades de cultivo dado su buen sabor y gran tamaño y se mencionan capturas de machos de 372 g (Smitherman et. al., 1974). Sin embargo, se conoce muy poco sobre su biología y ecología. (De la Cruz, 1968).

El objetivo principal de la presente investigación, es el de realizar un estudio sobre la estructura de la población y la biometría de M. americanum en la Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corcovado y con base en los resultados obtenidos, discutir la factibilidad de cultivarlo comercialmente.

REVISION DE LITERATURA

Familia Palaemonidae

Esta familia se distingue por las siguientes características (Williams, 1965): el primero y segundo par de pereiópodos son quelados y el carpo del segundo par no está subdividido; posee un rostro usualmente dentado e inmóvil y las mandíbulas tienen por lo general un proceso incisivo. La familia comprende entre otros géneros: Brachycarpus, Macrobrachium, Palaemonetes, Pseudocoutierea, Palaemonella, Typton, Periclemenes, Neopontonides, Palaemon y Criphiops.

Género Macrobrachium Bate, 1868

Son langostinos con rostro bien desarrollado, comprimido y dentado. Poseen caparazón armado con espinas antenales y hepáticas; telson con dos pares de espinas dorsales y dos pares de espinas posteriores. Las mandíbulas tienen tres palpos articulados. Poseen exópodos sobre todos los maxilípedos y pleurobranquias sobre el tercer maxilípedo y todos los pereiópodos. Las últimas tres patas poseen el dactilus simple. El propodus de la quinta pata tiene numerosas líneas transversales de cerdas sobre la margen posterior. El primer pleópodo de los machos carece de apéndice interno. (Holthuis, 1952).

Macrobrachium es el género más grande y cosmopolita de langostinos

pertenecientes a la familia Palaemonidae (Panikkar, 1968; Sandifer y Smith, 1985). Las 125 especies aproximadas que lo constituye, se distribuyen a lo largo de los países del trópico y de zonas subtropicales y casi todas pasan su vida en agua dulce; sin embargo, en algunos casos los juveniles se encuentran ubicados en aguas salobres y marinas. (Ling y Merican, 1961; Raman, 1964; Tham, 1968; Dobkin, 1969; Fielder, 1969; Choudhury, 1970, 1971; Holthuis, 1980; Gamba, 1982).

Se ha observado en diversos estudios realizados sobre algunas especies de Macrobrachium que la temperatura influye en su distribución y movimientos migratorios (Stephenson y Knight, 1982). Se ha determinado que la temperatura en que viven estos organismos varía entre 24°C y 34°C. (Rao, 1967; Ling, 1969; Clell, 1979; Sandifer y Smith, 1985); siendo el valor óptimo en M. americanum de 24°C a 25.5°C. (Smitherman et. al., 1974).

Algunas especies de Macrobrachium son afectados por las corrientes de agua que son normales en ríos y quebradas (Hughes y Richard, 1977). Así, mientras M. americanum se establece en grandes pozas con corrientes de agua moderadas, M. tenellum prefiere pozas con poco o nada de corrientes, e inclusive, se encuentran en pozas de agua estancada; también es común encontrarlo en los esteros. (De la Cruz, 1968; Abele y Blum, 1977).

Se determinó que en la mayoría de las especies tropicales de Macrobrachium, la reproducción está directamente relacionada con la estación lluviosa, ya que, es en esta época cuando se capturan las hembras grávidas. Entre estas especies se encuentran: M. rosenbergii (Raman, 1964),

M. malcolmsonii. (Radjyalakshmi y Ranadhir, 1968), y M. tenellum (Abele y Blum, 1977).

Alrededor del mundo, 49 especies de *Macrobrachium* son de interés para las pesquerías (Holthuis, 1980) y al menos 15 de ellas son consideradas de suma importancia para la acuicultura. (Ling y Castello, 1979).

Macrobrachium americanum Bate, 1868

Sinonimia:

Palaemon jamaicensis Semper, 1868.

Palaemon americanus Thallwitz, 1891.

Macrobrachium jamaicensis Rathbun, 1910

Distribución:

Se encuentra en la costa Pacífica de América, entre Baja California (México) y norte de Perú; también en la Isla del Coco y Galápagos (Holthuis, 1980; Wicksten, 1983; Abele y Won, 1984).

Características morfológicas:

La especie fue descrita usando ejemplares procedentes de la costa Pacífica de El Salvador. Según Holthuis (1954) este langostino tiene las siguientes características:

"Poseen una banda longitudinal ancha y oscura sobre la base de la pleura abdominal. En un espécimen es también notable una banda media longitudinal; tienen la parte media posterior del caparazón de un color muy oscuro; esta área tiene forma cuadrangular y es tosca en su perfil. Anteriormente el área oscura continúa como una banda también oscura, la cual corre sobre la línea media del caparazón y se detiene un poco antes de llegar al diente postero-dorsal del rostro. Esta banda oscura llega cerca del final de la parte anterior. En la mancha del área cuadrangular se notan cinco líneas blanquecinas y paralelas. Dos de estas líneas corren a lo largo de los márgenes laterales del área; de las otras tres, una corre sobre la línea media dorsal, la dos restantes líneas son localizadas a mitad del camino entre la línea media y la lateral. La línea media se detiene levemente antes de llegar a la margen anterior de la región oscura. La coloración del abdomen es llamativa. En un macho grande, es muy conspicua una banda media longitudinal oscura que se extiende sobre toda la longitud del abdomen, del segundo al sexto segmento; el primer segmento muestra únicamente en la parte media una mancha tenue. La banda media es de un color café-púrpura; es amplia en la articulación entre el segundo y tercer segmento abdominal, gradualmente se reduce en la parte anterior posterior. El ancho de esta banda al final del sexto segmento es alrededor de una cuarta parte del sitio más ancho y cerca de una tercera parte del ancho de la margen anterior del segundo segmento. El telson también muestra tres bandas longitudinales oscuras: una media y dos laterales, las cuales forman la continuación de las bandas del abdomen."

#### Dimorfismo sexual

La diferenciación sexual externa es muy notable, ya que, además del tamaño siempre mayor del macho, éste se distingue fácilmente por el mayor tamaño que alcanza su segundo par de pereiópodos. También el segundo

par de pleópodos varía; en la hembra sólo se presenta el apéndice interno como pieza anexa situada sobre el basipodito, siendo un segmento pequeño ligeramente menor que la mitad del endopodito cuyo extremo distal presenta una zona plana cubierta de pequeñísimas espínulas. En el macho se presenta además del apéndice interno, el apéndice masculino; el primero tiene forma semejante al endopodito con el borde y superficie externas cubiertos de cerdas y es además un poco más grande que la mitad de éste. El apéndice masculino está situado en el basipodito del pleópodo, sobre el inicio del endopodito y borde interno del apéndice interno. Su extremo distal está aplanado y cubierto por pequeñísimas espínulas, más concentradas en el borde externo que en la parte central. Las espínulas tienen forma de ganchitos. (De la Cruz, 1968).

El dimorfismo entre machos y hembras presente en Macrobrachium americanum es muy similar al descrito para M. rosenbergii. (Nagamine y Knight, 1980).

En los diferentes estudios biométricos hechos en M. rosenbergii (Rao, 1967; Martínez, 1983), M. lanceifrons (Basalan et. al., 1969), M. dayanum (Koshy, 1971) y M. amazonicum (Clell, 1979) se encontró que los machos además de poseer un mayor tamaño, tienen coeficientes de correlación más altos que las hembras, para las distintas variables medidas. Esto indica que las dimensiones corporales y las de los apéndices medidos tienen una relación en cuanto a crecimiento se refiere más proporcional en los machos que en las hembras. Rao (1967) sugiere que en M. rosenbergii el crecimiento mayor en los machos, se debe a que éstos pasan por seis mudas al año, mientras que las hembras sufren sólo cinco por año.

En M. lamarrei (Koshy, 1969) y M. ohione (Reimer et. al., 1974) por el contrario, las hembras presentan un mayor tamaño que los machos.

#### Aspectos reproductivos

Los individuos de M. americanum presentan hábitos migratorios como parte de su comportamiento reproductivo según el período de lluvias durante el año, que determina un aumento en las corrientes de los ríos y arroyos. Los individuos se dejan arrastrar por estas corrientes desde las partes altas y se concentran en las partes bajas para su reproducción, al requerir las larvas cierto grado de salinidad para poder desarrollarse (Arana, 1974; Smitherman et. al., 1974, Abele y Blum, 1977). Smitherman et. al. (1974) encontraron que el 76% de las larvas duran cuatro horas con vida en agua dulce.

En M. americanum, la época de reproducción aún no está bien definida. De la Cruz (1968) indica que la reproducción se lleva a cabo entre los meses de junio y setiembre y tal vez se prolonga hasta octubre; mientras que Smitherman et. al. (1974) capturaron hembras ovígeras (ámbito de 132 mm a 187 mm LT) entre junio y noviembre con un valor óptimo de 55% de capturas en setiembre. Sin embargo, Holthuis (1954) encontró una hembra grávida. (113 mm LT) en la estación seca. Ling (1969 a) opina que en M. rosenbergii la reproducción ocurre durante todo el año, siempre y cuando se propicien las condiciones adecuadas.

La fecundidad (huevos llevados por las hembras en los pleópodos) varía en número en las especies de Macrobrachium y según el tamaño y peso de las

hembras dentro de una misma especie. En la naturaleza tenemos que las hembras maduras en M. rosenbergii (80 g) usualmente producen 70.000 huevos, sin embargo, hembras más grandes pueden producir hasta 120.000 huevos, (Ling y Merican, 1961). Rajyalaksmi (1961) capturó en esta misma especie, hembras grandes (200 mm LT) con 111.400 huevos y hembras medianas (136 mm LT) con 7.000 huevos y obtuvo un coeficiente de correlación entre la longitud total de las hembras y la fecundidad bastante alto (r: 0.80). En M. carcinus se observó que hembras de unos 75 g producen de 120.000 a 140.000 huevos, mientras que hembras de M. acanthurus (25-30 g) poseen únicamente de 8.000 a 18.000 huevos (Dugan et. al., 1975). En M. americanum, Smitherman et. al., (1974) encontraron que las hembras muy grandes (187 mm LT, 145 g) tenían cerca de 228.000 huevos, sugiriendo un ámbito de 50.000 a 150.000 huevos por hembra; mientras tanto De la Cruz (1968) da un valor de 220.000 a 500.000 huevos por hembra. Arana (1974) en una hembra pequeña (24.2 g y 118 mm LT) encontró que tenía 57.400 huevos, y da un ámbito de 50.000 a 250.000 por hembra dependiendo del peso de ésta; por otro lado, Abele y Blum (1977) encontraron en una hembra pequeña (88.5 mm LT), 16.600 huevos. En especie pequeñas como M. amazonicum, se encontró en hembras un número de huevos que fluctúa entre 195 y 2.200 (Clell, 1979). Rasalan et. al. (1969) hallaron en hembras pequeñas de M. lanceifrons un promedio de 179, mientras que hembras grandes poseían un promedio de 781 huevos.

Proporción de sexos

La proporción de sexos favorece a las hembras en la mayoría de los estudios que se han realizado en el género Macrobrachium. Así en

M. lamarrei (Koshy, 1969) la proporción es de 43% machos: 57% hembras; en M. lanceifrons, Rasalan et. al (1969) encontraron que es de 2 hembras : 1 macho y en M. ohione, la proporción es de 42.1% machos: 57.9% hembras. (Truesdale y Mermilliod, 1977).

En M. rosenbergii se ha determinado que la proporción está muy equilibrada y se presenta 1 macho : 1 hembra y 42.9% hembras : 57.1% machos favorable a los machos (Rao, 1967; Martínez, 1983).

En M. americanum no se han hecho investigaciones al respecto.

### Cultivo

El cultivo de las diferentes especies del género Macrobrachium ha despertado el interés durante los últimos 25 años, de muchos investigadores y biólogos en diferentes regiones del mundo. La importancia de desarrollar este tipo de cultivo se fundamenta en la alta calidad de la carne para la alimentación humana y al elevado precio que ésta alcanza en casi todos los mercados mundiales. A ello se suman también el interés científico en el conocimiento de la biología de estas especies y su preservación como recursos naturales. Para muchas de las especies se ha comprobado que su cultivo no es sencillo, sobre todo desde el punto de vista del desarrollo larval y de los costos mismos de producción (Ling, 1969 b; Sánchez, 1979; Holthuis, 1980; Shang, 1981; UNCTAD/GATT, 1983).

Se han realizado experimentos de cría con varias de las especies de

langostinos de mayor talla, pero la especie más popular para la cría experimental es el langostino gigante de Malasia, Macrobrachium rosenbergii (Ling y Costello, 1979). Brody et. al. (1980) encontraron que un peso de 30 g por ejemplar se puede considerar aceptable para fines comerciales. Shang (1981) comunica que de 22 a 26 langostinos por kg, vendidos vivos o congelados es una cantidad óptima.

En los Estados Unidos y en otros países se están realizando investigaciones para mejorar la eficiencia del cultivo, aumentar la producción y mejorar la calidad de las poblaciones de langostinos. (Ling y Costello, 1979).

En América Latina se encuentran cuatro especies de langostinos que presentan posibilidades de cultivo. Estos son, Macrobrachium carcinus y M. acanthurus (costa atlántica) y M. americanum y M. tenellum (costa pacífica); sin embargo, biológicamente son especies poco conocidas (Holthuis, 1980).

En México se han realizado estudios y cultivos experimentales con M. americanum en los últimos años (Ling y Costello, 1979). Así, Arana (1974) logró cultivar esta especie desde el huevo hasta postlarva pasando por once estadios larvales, los que duraron cincuenta días; similar es el desarrollo larval de M. rosenbergii, simplemente que en esta especie el desarrollo alcanza un promedio de 36 días de duración (Uho y Kwon, 1959). Jhingran y Gopalakrishnan (1974) mencionan que en México se han logrado obtener machos de 450 g y hembras de 225 g en cultivos experimentales de

M. americanum.

En Costa Rica todos los trabajos se han hecho en M. rosenbergii. Pizado (1980) hizo estudios sobre el cultivo; Martínez (1983) ha evaluado la estructura de la población y biometría de los sexos. También se ha investigado sobre las enfermedades más comunes que afectan los individuos (Villalobos, 1985, Comun. Pers.).

## MATERIAL Y METODOS

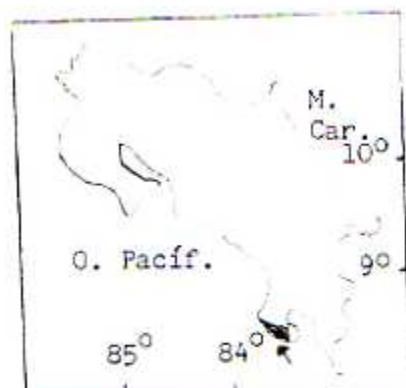
### Descripción del sitio de estudio

El Parque Nacional Corcovado está localizado en el extremo oeste de la Península de Osa, en la costa Pacífica de Costa Rica (Fig. 1). El Parque tiene aproximadamente 41.800 hectáreas y se ubica a  $8^{\circ} 30'$  de latitud norte y  $83^{\circ} 30'$  de longitud oeste; se encuentra en la zona de vida "Bosque tropical muy húmedo" (Holdridge, 1967). Posee extensas áreas de bosque primario, así como parches de bosque secundario y se incluye densas zonas de Heliconia, Calathea, Trema, Piper y otras especies de plantas. (Janzen, 1979). El Parque recibe un promedio anual de 4.000 mm de precipitación pluvial. Las quebradas y ríos fluyen sobre rocas volcánicas del Cretácico, sedimentarias y en menor grado, sobre depósitos aluviales del Cuaternario. (Janzen, 1979).

El presente estudio se llevó a cabo en la Quebrada Camaronal, la cual posee una longitud aproximada de 4 kms y cruza un área integrada en su mayor parte de bosque secundario y desembocando en el estero del Río Sirena. También se caracteriza por poseer un cauce casi sin agua durante la época seca (diciembre-abril).

Se seleccionaron los sitios de muestreo, de tal manera, que representaran las diferentes condiciones de la quebrada (Fig. 1). Las siguientes son las descripciones generales de cada uno de los sitios.

Fig. 1. Mapa de la localidad de estudio, Parque Nacional<sup>m</sup>  
Corcovado, Península de Osa, Costa Rica



El sitio 1, se encuentra ubicado a 200 m aproximadamente del estero del Río Sirena. Es una poza que posee un sustrato de arena gruesa y hojas dispersas en su fondo; usualmente se nota la presencia de algas clorofíceas sobre las rocas más expuestas en las corrientes marginales (débiles). Está bordeado en ambos lados por paredones erosionados de aproximadamente un metro de altura, con raíces de árboles en la parte superior de éstos. La mayor parte del día se encuentran a la sombra, sin embargo, al mediodía una pequeña parte queda iluminada por el sol. Característico de este sitio es la presencia del molusco Neritina latissima. La vegetación que bordea este sitio, está formado por: parches de Calathea sp., parches de Heliconia sp., Inga vera, Pachira acuatica, Costus sp., Piper sp., Cecropia insignes, y Spondias mombin.

El sitio 2, se encuentra localizado en la parte media de la quebrada. Es una poza bordeada por paredones erosionados, de unos dos metros de altura; posee corrientes marginales de poca fuerza, su fondo está formado de arena gruesa, piedras, hojas dispersas y en las rocas expuestas se nota el crecimiento de algas azul-verdosas. Durante todas las horas del día se encuentra expuesta al sol, ya que, sus orillas no poseen vegetación lo suficientemente conspicua, como para brindarle sombra (parches pequeños de Heliconia sp. y Piper sp.)

El sitio 3, se encuentra en la parte con más pendiente en la quebrada y se caracteriza por poseer corrientes fuertes. Esta poza, está constituida por un fondo rocoso y con parches de arena gruesa; se encuentra bordeada por un paredón de un metro de altura, que posee gran cantidad de helechos y por otro, que mide medio metro y se encuentra erosionado. La

vegetación que rodea esta poza está constituida por Anacardium excelsum, Inga vera, Cephaelis elata, Piper sp., Cecropia insignes y Carappa guianensis.

#### Estructura de la población y biometría de los sexos

En los tres sitios se llevó a cabo un muestreo durante 22 días de cada mes, en el tiempo que duró el trabajo de campo (mayo a noviembre de 1985), utilizándose para ello, trampas de acero galvanizado (nasas); además se tomó la temperatura del agua (3 veces al día) a una profundidad de 10 cms de la superficie mediante el uso de un termómetro ambiental ( $^{\circ}\text{C}$ ), para obtener un promedio diario en cada sitio.

Se recolectaron 320 ejemplares de Macrobrachium americanum a los que se les determinó el sexo por simple observación de su dimorfismo. (De la Cruz, 1968; Nagamine y Knight, 1980).

A cada individuo se le tomaron las siguientes medidas: longitud del rostrum (LR), medida desde el extremo del rostrum hasta su unión con el cefalotórax; la longitud del cefalotórax (LC), que corresponde a la distancia desde el borde del arco post-ocular hasta el extremo dorsal del cefalotórax; ancho del cefalotórax (AC), medida transversal al eje longitudinal en la parte más ancha del cefalotórax; longitud del abdomen (LA), distancia en línea recta dorsal desde el borde anterior del primer segmento abdominal hasta el extremo distal del telson; ancho del abdomen (AA), medida transversal al eje longitudinal en el tercer segmento del

abdomen; longitud del quelípedo derecho (LQ), distancia desde la base de la coxa hasta el extremo distal de la quela; ancho de la quela derecha (AQ); longitud del iatus de la quela derecha (LI) y el peso total (PT) (Fig. 2). La longitud total (LT) es la suma de la longitud del rostro, longitud del cefalotórax y la longitud del abdomen. Las medidas de longitud se llevaron a cabo mediante un calibrador Vernier (a  $\pm$  0.01 mm de precisión) y el peso se determinó mediante el uso de una balanza (triple Beam Balance, O Haus) a  $\pm$  0.1 g de precisión.

Se determinó el número de hembras con huevos (hembras grávidas) encontradas en los sitios de muestreo.

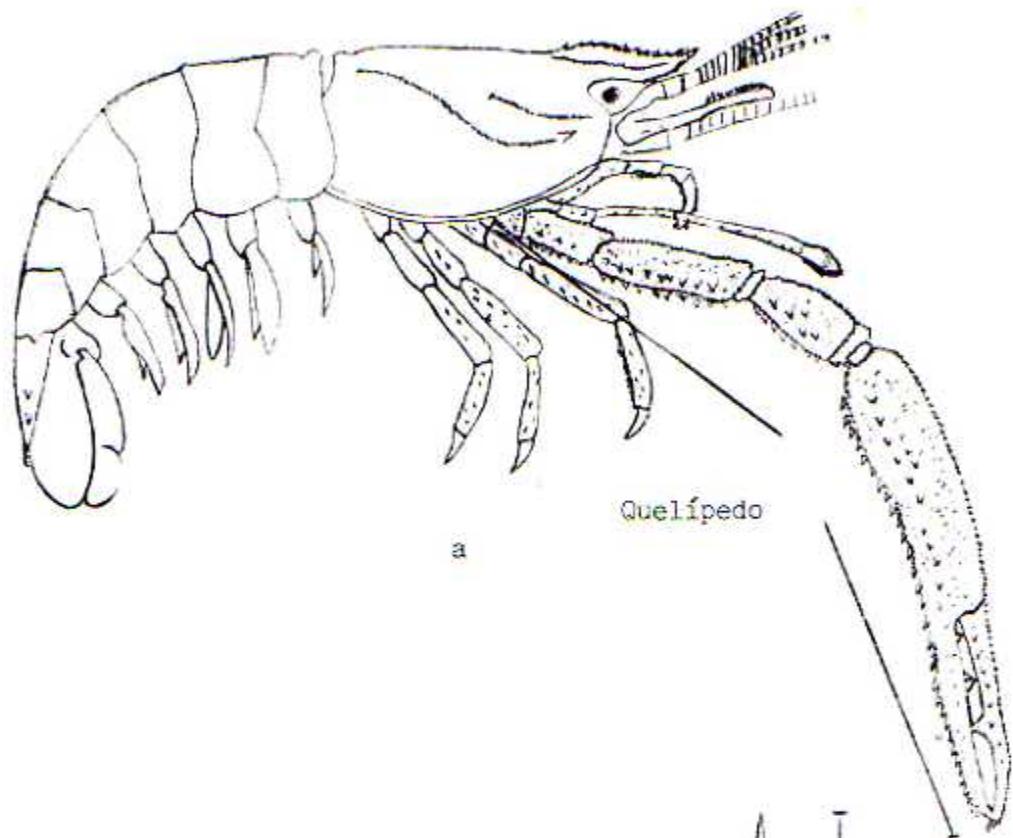
La estación meteorológica de donde proceden los datos de precipitación pluvial, pertenece al Instituto Meteorológico Nacional y sólo registra precipitación (Fig. 3).

Los datos se analizaron estadísticamente mediante un programa de computación (MICROSTAT" (c) de Ecosoft, Inc. en una computadora IBM PC-XT con 512 Kbytes de memoria principal.

La identificación de Macrobrachium americanum y de otras especies como M. tenellum y el género Potimirim, se hizo con base en las claves y descripciones encontradas en la literatura (Holthuis, 1954; Villalobos, 1959; Smalley, 1963; De la Cruz, 1968; Wicksten, 1983).

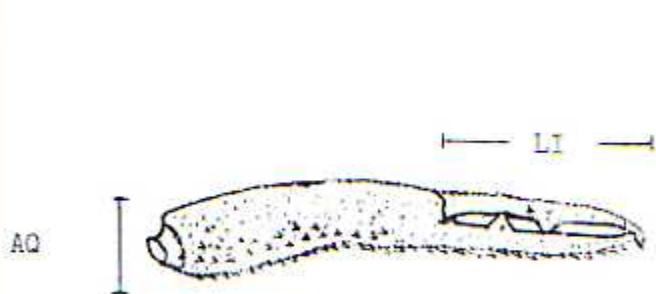
- Fig. 2. a. Vista lateral de un macho de Macrobrachium americanum.
- b. Vista dorsal de un ejemplar M. americanum con las medidas tomadas en el presente trabajo.
- c. Vista lateral de la quela con las medidas respectivas a determinar.

40 mm.



Quelípedo

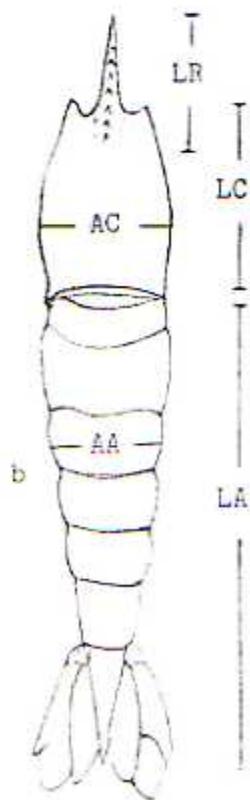
a



AQ

LI

c



LR

LC

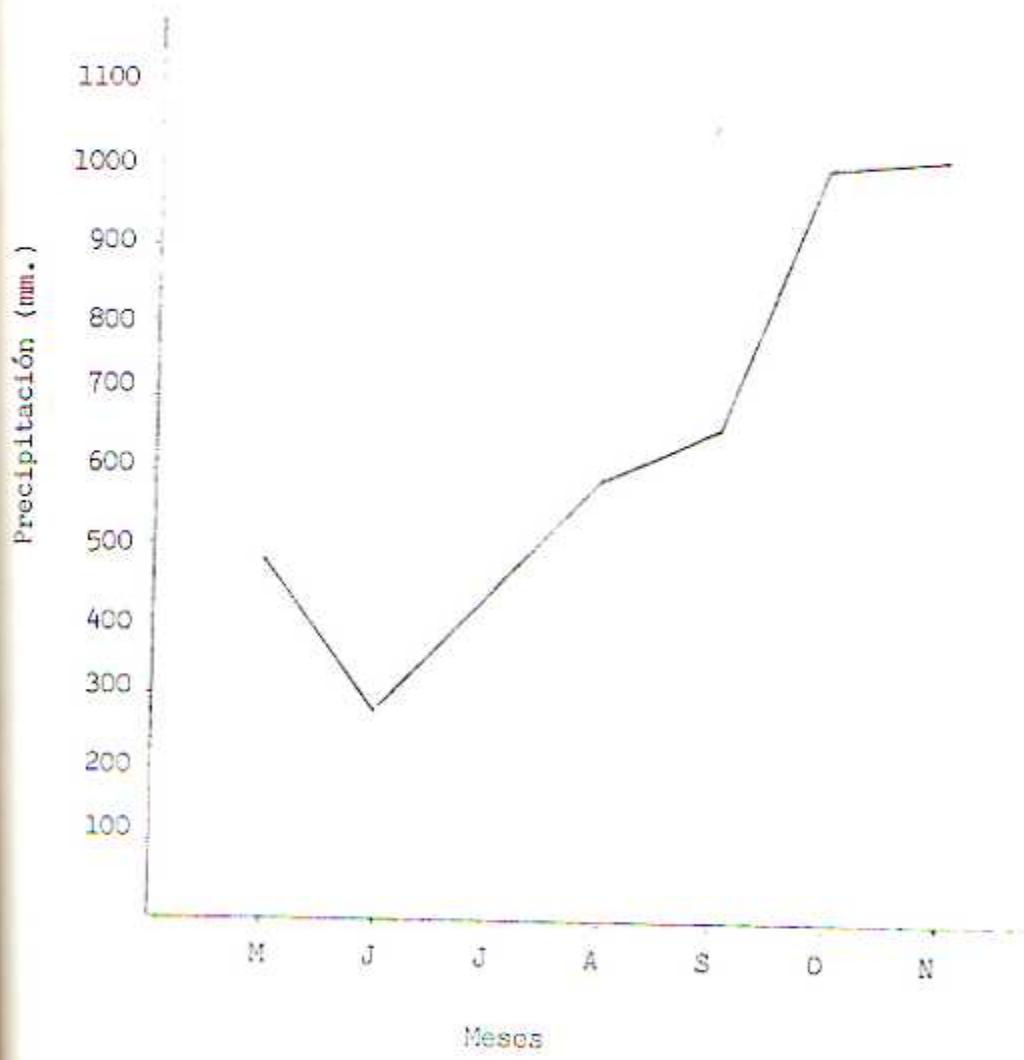
AC

AA

LA

b

Fig. 3. Distribución de la precipitación durante los meses de mayo a noviembre de 1985 en el Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica.



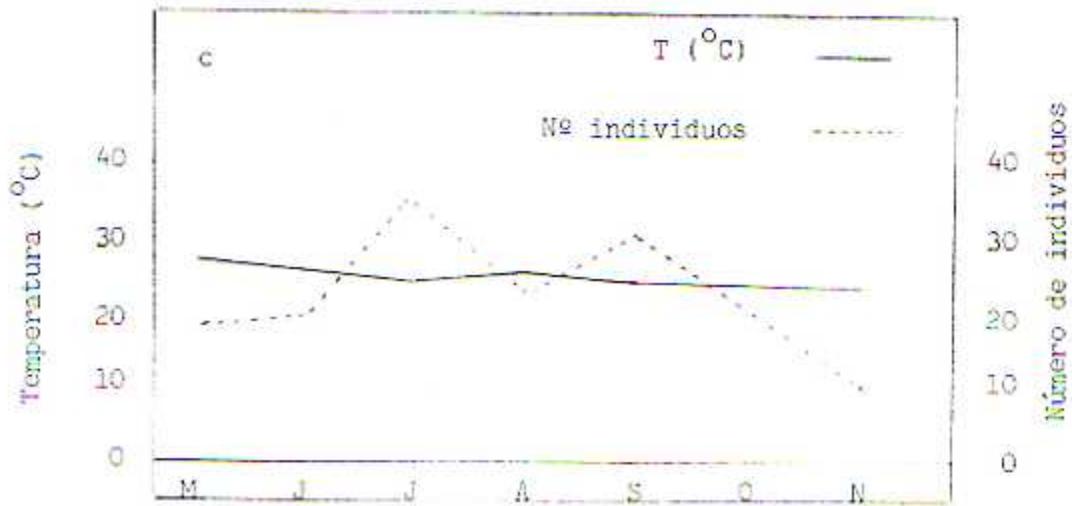
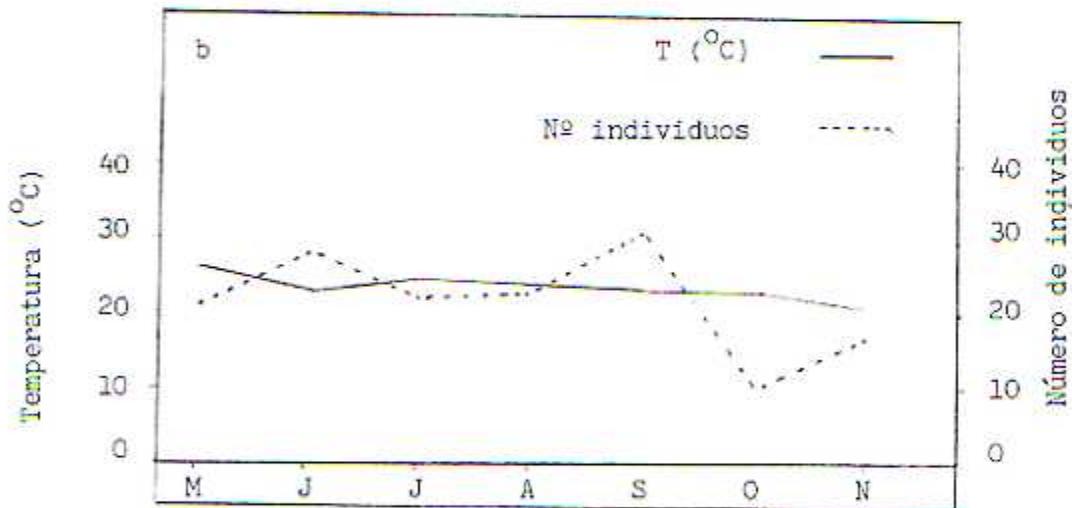
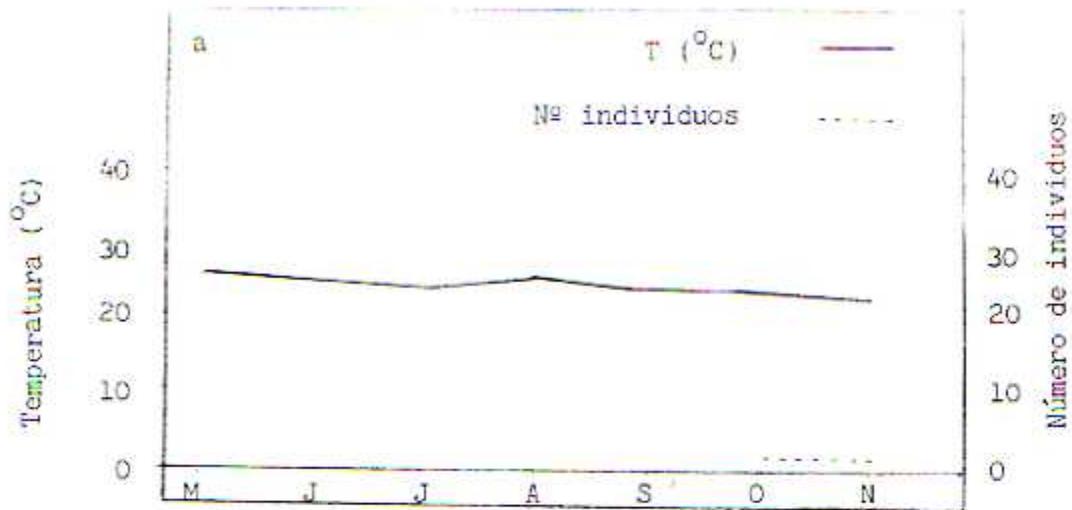
## RESULTADOS

Durante la época seca (diciembre-abril) la Quebrada Camaronal se caracteriza por poseer muy poco caudal de agua. Ello ocasiona que tanto las pocas especies de peces, como las diferentes especies de langostinos, se ubiquen en pozas poco profundas, con grandes depósitos de sedimentos y materia orgánica de origen vegetal. Al llegar la estación lluviosa (mayo) aumenta el caudal de agua en la quebrada, arrastrando material, tanto de origen mineral (piedra, arena) como orgánico (hojas y ramas). Esto hace que se formen pozas profundas y cambien las características generales de la quebrada.

El Cuadro 1, muestra la variación de la precipitación para el Parque Nacional Corcovado durante los meses que duró el estudio (mayo a noviembre de 1985).

En el Cuadro 1 y la Figura 4 se incluyen los valores promedio mensuales de temperatura del agua, así como el número de individuos de Macrobrachium americanum colectados en los diferentes sitios de muestreo. También se nota en la Figura 4, la variación en el número de individuos con respecto a la temperatura. Se observa, que en los tres sitios la temperatura fluctúa muy poco y se mantiene casi constante entre 24 C - 26 C, ocurriendo la temperatura máxima en el sitio 2 en mayo (26.9 C) y la mínima en los tres sitios en noviembre (23.6<sup>o</sup> C). Con respecto al número de individuos, se aprecia que en el Sitio 1 se recolectaron únicamente cuatro ejemplares (octubre-noviembre), por lo tanto, este sitio no se

Fig. 4. Interrelación entre la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y el número de individuos de M. americanum colectados mensualmente en los diferentes sitios. -  
a) Sitio 1 b) Sitio 2 y c) Sitio 3.



Meses

Valores promedio mensuales de precipitación (mm), temperatura del agua (°C) y número de individuos de Macrobrachium americanum obtenidos en los lugares de colecta

Meses	Precip. mm.	Sitio 1 <sup>a</sup>		Sitio 2		Sitio 3		Total n
		Temperatura °C	Número Individuos	Temperatura °C	Número Individuos	Temperatura °C	Número Individuos	
Mayo	480.9	26.5	—	26.9	22	26.5	17	39
Junio	289.8	25.9	—	24.4	29	25.9	19	48
Julio	453.5	24.9	—	25.2	24	24.8	34	58
Agosto	583.7	25.0	—	25.3	25	25.0	22	47
Septiembre	652.0	24.4	—	24.7	32	24.5	30	62
Octubre	1095.1	24.1	2	24.6	12	24.1	21	35
Noviembre	1100.0	23.6	2 <sup>b</sup>	23.6	19	23.6	10	31
TOTAL n:			4		163		153	320

<sup>a</sup> Este sitio no se toma en cuenta en el análisis estadístico de los datos.

<sup>b</sup> Hembras no ovígeras

toma en cuenta en el análisis estadístico. En el Sitio 2 se recolectó mayor número (n: 163) con un máximo de capturas de 32 ejemplares en setiembre y un mínimo de 12 ejemplares en octubre. En el Sitio 3 se recolectó un total de 163 individuos, con un máximo de capturas de 34 individuos en julio y un mínimo de 10 ejemplares en noviembre. Por otra parte, se nota que en los Sitios 2 y 3 conjuntamente en julio y setiembre se logró recolectar el mayor número de individuos y en octubre y noviembre se obtuvo el menor número de ejemplares; hay que hacer notar que en estos dos últimos meses, se capturaron los únicos ejemplares de M. americanum en el Sitio 1.

En los sitios de muestreo durante el tiempo que duró el estudio, se capturaron en las mismas trampas diferentes especies tanto de peces como de crustáceos (Cuadro 2). Se encuentra presente Macrobrachium tenellum, una especie con grandes posibilidades de cultivo comercial (Sánchez, 1979). Esta especie es muy abundante en la transección estero-sitio 1 y conforme se asciende en la quebrada disminuye el número de individuos (sitios 2 y 3). En el Sitio 1 es bastante abundante el molusco Neritina latissima, el cual ha sido mencionado por Valdéz y Villalobos (1982), como abundante en las desembocaduras de quebradas y ríos en el litoral Pacífico. Wine-miller (1983) en su trabajo presenta una lista de ictiofauna colectada en la Quebrada Camaronal.

Cuadro 2

Número de individuos de diferentes especies colectados  
en los sitios de muestreo

Especies	Familia	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Total
<u>Neritina</u> <u>latissima</u>	Neritidae	x <sup>a</sup>	—	—	—
<u>Macrobrachium</u> <u>tenellum</u> b	Palaemonidae	43	25	—	68
<u>Potimirim</u> sp. c	Atyidae	11	53	5	69
<u>Astyanax fasciatus</u>	Characidae	6	16	14	36
<u>Gobiomorus</u> <u>maculatus</u>	Eleotridae	3	7	9	19

a Característico de este sitio.

b Hembra ovígera colectada en octubre en el sitio 1.

c Hembras ovígeras (8) colectadas en agosto y setiembre en los sitios 1 y 2.

### Estructura de la población

Los Cuadros 3 y 4 tabulan la media y los valores máximo y mínimo de las variables determinadas en machos y hembras de los sitios 2 y 3 respectivamente.

En el Cuadro 3 (Sitio 2) se presenta la media de la longitud total de los ejemplares (muestra total), sumando las medias de la longitud del rostro del cefalotórax y del abdomen dando 158.5 mm, con un máximo de 245.8 mm y un mínimo de 62.8 mm . La longitud media del quelípodo es de 120.12 mm con valores máximo y mínimo de 221.30 mm y 60.90 mm respectivamente. El peso medio total es  $71.47 \text{ g} \pm 43.77$ , con un máximo de 163.40 g y un valor mínimo de 11.70 g .

En el Cuadro 4 (Sitio 3) la media aproximada de la longitud total en los individuos (muestra total) es de 167.37 mm, con un máximo de 245.3 mm y un mínimo de 63.3 mm . La longitud media del quelípodo fue de 139.29 mm con un valor máximo de 257.20 mm y un valor mínimo de 61.40 mm . La media del peso total de los ejemplares es de  $88.51 \text{ g} \pm 49.36$  con valores máximo y mínimo de 222.90 g y 11.30 g respectivamente.

En ambos sitios, se observa claramente que los machos poseen medidas corporales y un peso mayor que las hembras.

En los Cuadros 5 y 6 se muestra el número de individuos y los valores mensuales del porcentaje y biomasa por sexos en los sitios 2 y 3.

Cuadro 3

Media y valores máximos y mínimos obtenidos en las variables determinados en Macrobrachium americanum del sitio 2, Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corcovado, Costa Rica

Variables	HEMBRAS (n:65)			MACHOS (n:98)			MUESTRA TOTAL (n:163)		
	Media	DS	Mín.	Media	DS	Mín.	Media	DS	Mín.
LC (mm)	36.40	5.36	25.40	54.24	9.90	29.00	47.12	12.11	25.40
AC (mm)	19.93	3.35	8.90	28.05	5.45	14.50	24.81	6.17	8.90
LA (mm)	67.78	7.65	49.30	85.04	17.97	22.10	78.15	16.98	22.10
AA (mm)	15.83	2.58	9.50	19.93	4.40	9.50	18.30	4.28	9.50
LO (mm)	81.94	11.05	61.20	145.44	45.01	60.90	120.12	47.26	60.90
LI (mm)	21.56	3.86	7.80	39.16	12.38	14.00	32.14	13.13	7.80
AO (mm)	6.12	1.37	4.00	13.60	5.16	4.40	10.62	5.49	4.00
Lb (mm)	26.28	5.37	35.50	37.90	6.21	20.30	33.27	8.19	15.30
PT (g) <sup>a</sup>	35.05	11.14	15.30	96.13	40.26	11.70	71.47	43.77	11.70

<sup>a</sup> Peso total en machos: 96 valores muestreados.



Cuadro 5

Valores mensuales del número de individuos, porcentaje y  
biomasa por sexos en ejemplares de M. americanum  
en el Sitio 2

Mes	MACHOS (♂) <sup>a</sup>			HEMBRAS (♀)		
	Nº Individ.	%	Biomasa (g)	Nº Individ.	%	Biomasa (g)
Mayo	12	7.4	1176.3	10 (5)	6.1	370.7
Junio	20	12.2	2083	9 (5)	5.5	381.1
Julio	13	8.0	1278.8	11 (7)	6.7	357.6
Agosto	17	10.4	1494.8	8	4.9	297.3
Setiembre	21	12.9	1767.5	11	6.7	387.2
Octubre	8	4.9	893.2	4	2.5	132.8
Noviembre	7	4.3	705.7	12 (1)	7.4	352.8
TOTAL	96	60.1	9399.3	65	39.8	2279.2

( ) Hembras ovígeras

<sup>a</sup> Peso total de machos: 96 valores muestreados

Cuadro 6

Valores mensuales del número de individuos, porcentaje y  
 biomasa por sexos en ejemplares de M. americanum  
 en el Sitio 3

Mes	MACHOS ( $\sigma^7$ )			HEMBRAS ( $\rho$ )		
	Nº Indiv.	%	Biomasa (g)	Nº Indiv.	%	Biomasa (g)
Mayo	16	10.5	1626.2	1	0.7	45.7
Junio	13	8.5	1127.3	6	3.9	212.9
Julio	26	17.0	2391.7	8	5.2	217.2
Agosto	16	10.4	1649.5	6	3.9	230.4
Setiembre	20	13.1	1821.5	10	6.5	299.6
Octubre	21	13.7	2548.5	—	—	—
Noviembre	10	6.5	1334.4	—	—	—
TOTAL	122	79.7	12.499.1	31	20.2	1105.8

En el Cuadro 5 (Sitio 2), se observa que del total de langostino (n : 163) el 60.1% son machos y el 39.8% son hembras, y se nota que la proporción de sexos está inclinado hacia los machos. Se indica la gran diferencia de biomasa total entre machos (9399.3 g) y hembras(2279.2 g).

Sobre aspectos reproductivos, es interesante hacer notar que se recolectaron hembras ovígeras en los meses de mayo, junio, julio y noviembre (con un máximo en julio), coincidiendo con la estación lluviosa (Figura 3). En esas hembras el ámbito de longitud total varió de 115.4 mm a 157.1 mm y el peso de 22.3 g a 59.3 g . Los huevos varían de color: anaranjados en unas hembras, rojizos en otras y color gris, con el que se observaba las larvas en una hembra.

En el Cuadro 6 (Sitio 3), se puede notar que de 153 langostinos recolectados, el 79.7% son machos y el 20.2% son hembras. En este sitio, la proporción de sexos favorable a los machos es más marcado que en el Sitio 2, por tanto, también la biomasa va a ser mucho más alta en los machos (12449.1 g) y más baja en las hembras (1105.8 g) en ese sitio.

Es interesante anotar, que en este sitio no se recolectaron hembras ovígeras en el transcurso de la investigación.

En ambos sitios, al haber mayor proporción de machos, se favorece el rendimiento de biomasa, ya que los machos en M. americanum alcanzan un mayor tamaño y peso que las hembras.

Las Figuras 5, 6, 7 y 8 presentan las distribuciones de frecuencia

de la longitud del cefalotórax, longitud del abdomen, longitud del quelípedo y del peso total en hembras y machos de M. americanum en los sitios 2 y 3.

La Figura 5, muestra claramente que el 25.3% de las hembras en cada uno de los sitios presentan longitudes de cefalotórax superiores a 40 mm, sin embargo, sólo los machos alcanzan longitudes superiores a 50 mm (75.51% y 80.36% en los sitios 2 y 3 respectivamente).

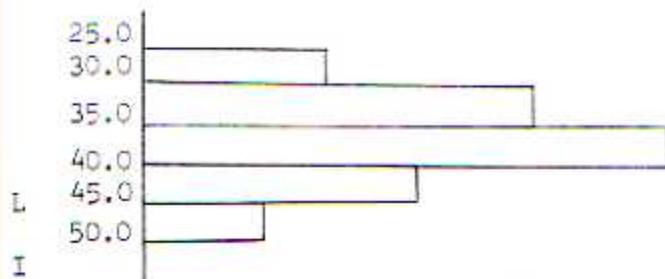
En la Figura 6 se aprecia que un 63.08% de las hembras del Sitio 2 y un 61.3% de las hembras del Sitio 3, poseen una longitud del abdomen entre 60 y 70 mm, mientras un 67.3% de los machos del Sitio 2 y un 68.26% del Sitio 3 poseen longitudes entre 80 y 100 mm .

La Figura 7 muestra la diferencia en la longitud del quelípedo que hay entre machos y hembras, en ambos sitios. Un 77.53% y un 83.62% de los machos de los sitios 2 y 3 respectivamente, poseen longitudes mayores a 100 mm, mientras que el total de las hembras de ambos sitios (con excepción de un 6.15% del Sitio 2) tienen longitudes menores a 100 mm .

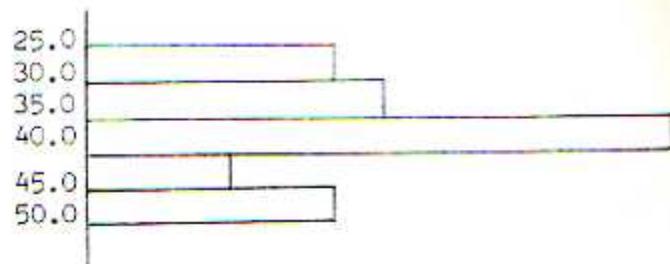
La Figura 8 refleja que un 63.09% de las hembras del Sitio 2 y un 58.06% del sitio 3 poseen pesos superiores a 30 g y a su vez, un 89.58% de los machos del Sitio 2 superan ese peso; mientras que un 97.5% de los machos del Sitio 3 tienen pesos mayores a 25 g .

De las anteriores figuras se puede ver la poca diferencia que hay entre la hembra del Sitio 2 y del Sitio 3, así como en los machos del

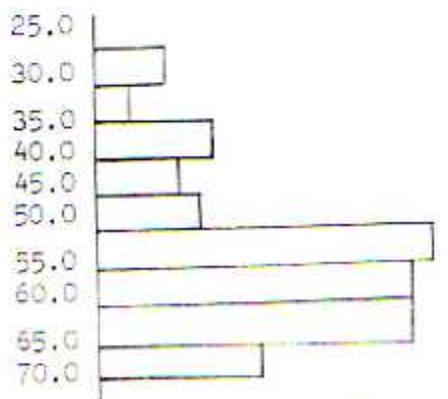
Fig. 5. Distribuciones de frecuencia de la longitud del cefalotórax (LC, mm) en hembras y machos de M. americanum del Sitio 2 y Sitio 3.



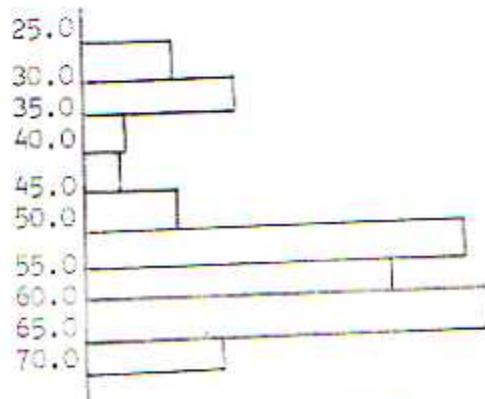
Hembras Sitio 2



Hembras Sitio 3



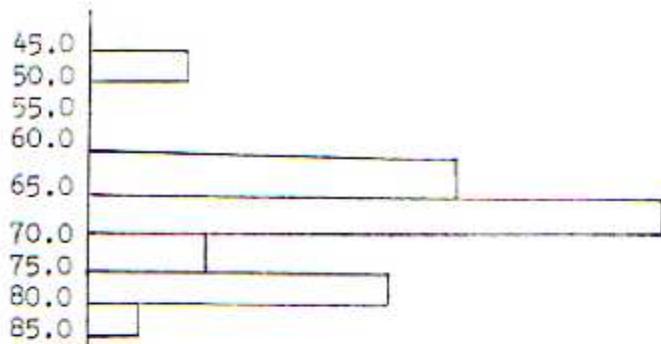
Machos Sitio 3



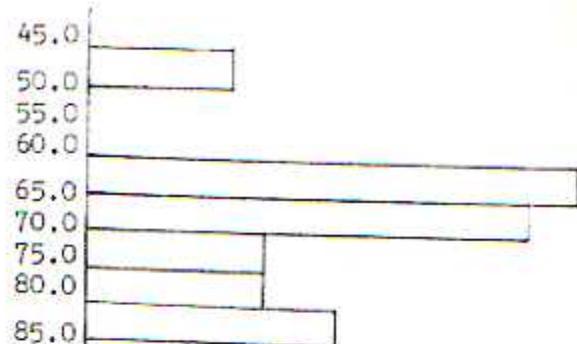
Machos Sitio 3

Fig. 6. Distribuciones de frecuencia de la longitud de abdomen (L.A, mm) en hembras y machos de M. americanum del Sitio 2 y Sitio 3.

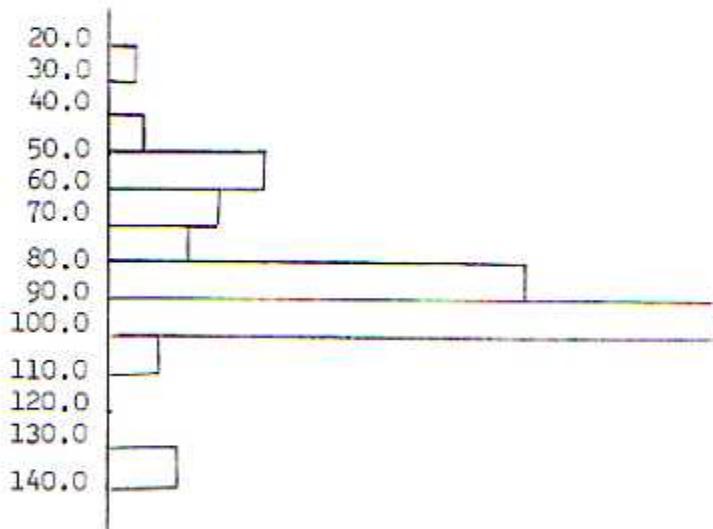
L  
I  
M  
I  
T  
E  
S  
D  
E  
C  
L  
A  
S  
E  
S



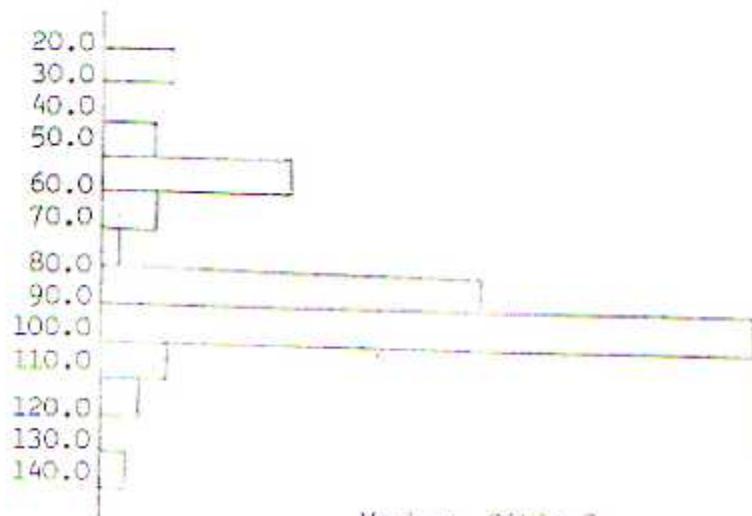
Hembras Sitio 2



Hembras Sitio 3

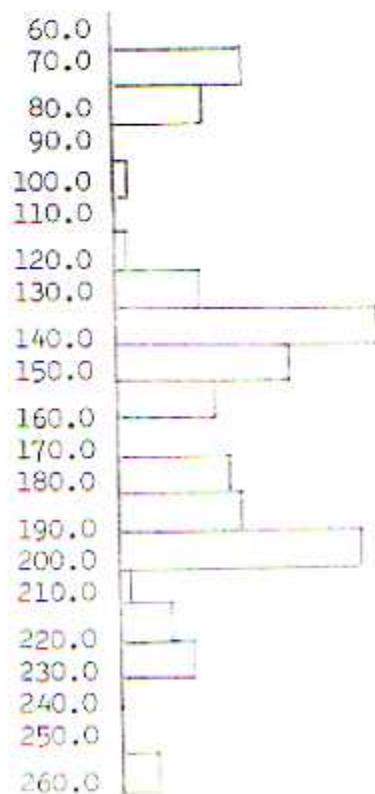
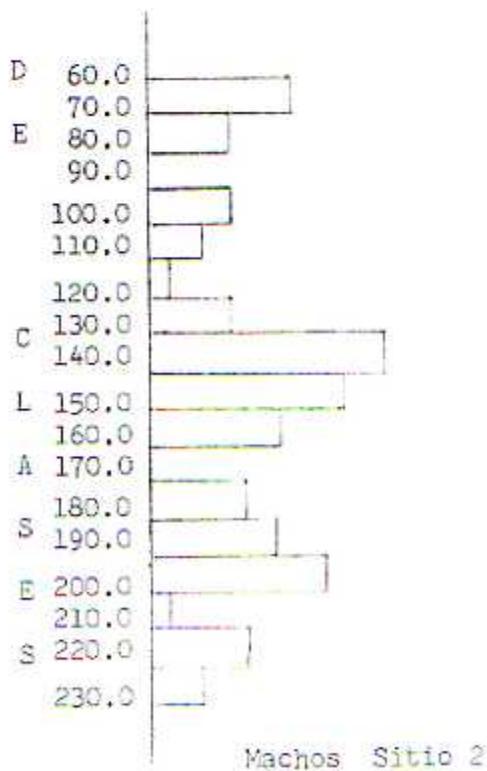
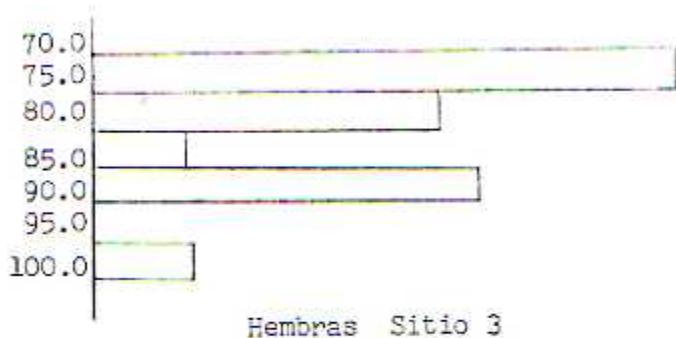
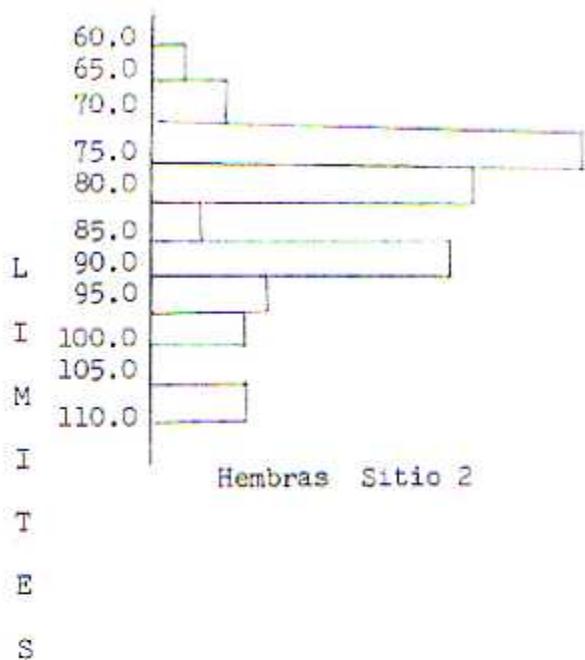


Machos Sitio 2



Machos Sitio 3

Fig. 7. Distribuciones de frecuencia de la longitud del  
quelípedo (LQ, mm) en hembras y machos de M.  
americanum del Sitio 2 y Sitio 3.

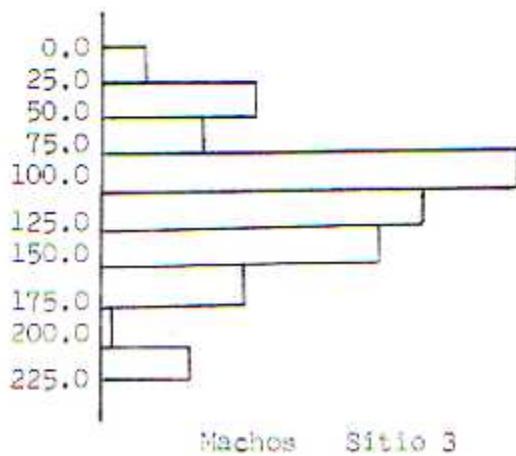
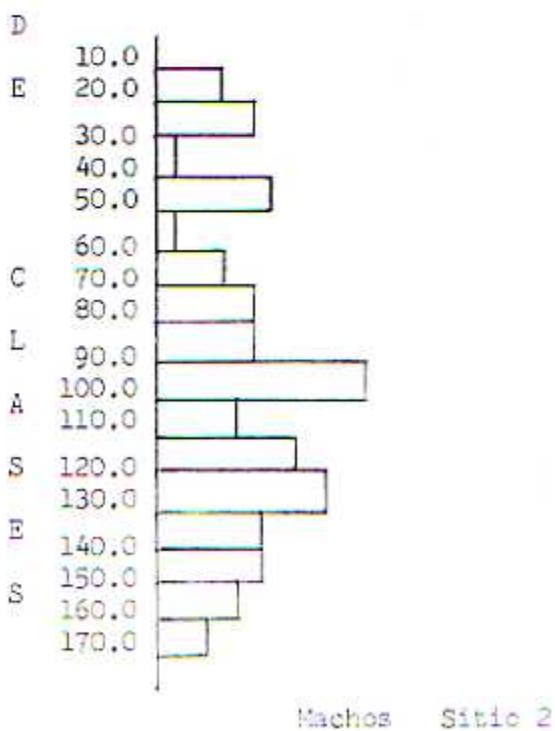
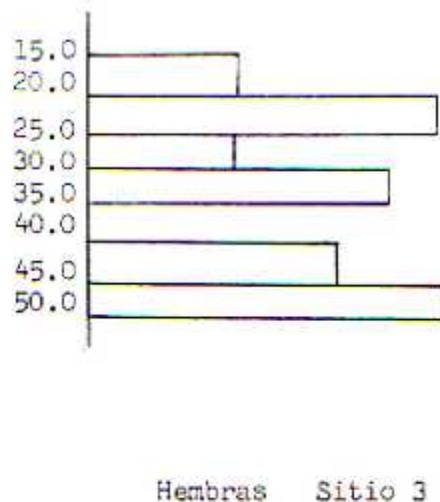
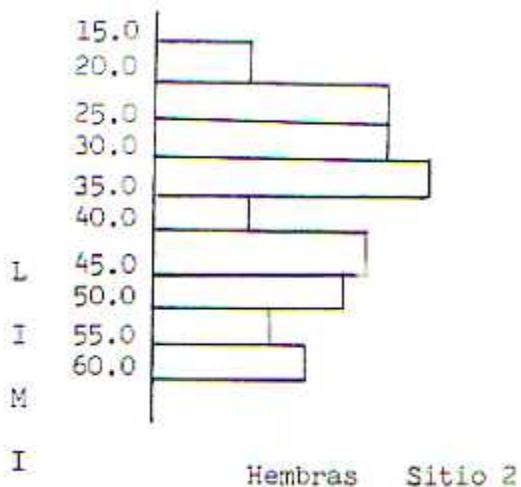


Machos Sitio 3



Fig. 8. Distribuciones de frecuencia del peso total (PT, g) en hembras y machos de M. americanum del Sitio 2 y Sitio 3.





Sitio 2 y del Sitio 3 en cuanto a las variables analizadas.

### Morfometría de los sexos

Los machos y las hembras de Macrobrachium americanum presentan una diferenciación sexual externa muy notable, ya que, además del tamaño siempre mayor del macho, éste se distingue fácilmente por el mayor tamaño que alcanza su segundo par de pereiópodos (De la Cruz, 1968).

La diferencia entre las medias de las variables determinados es visiblemente marcada en machos y hembras de los sitios 2 y 3 (Cuadro 3). Se encontró que las nueve medias de las variables respectivas, difieren significativamente en los sexos. ( $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$ ): longitud del rostro (t: 15.04), longitud del cefalotórax (t: 20.06), ancho del cefalotórax (t: 15.55), longitud del abdomen (t: 10.45), ancho del abdomen (t: 10.98), longitud del quelípodo (t: 71.21), ancho de la quela (t: 41.86), longitud del iatus (t: 41.81), peso total (t: 18.15). Este resultado demuestra el alto grado de dimorfismo sexual existente en esta especie, determinándose que la mayor diferencia significativa ocurre en la longitud del quelípodo (t: 71.21) y la menor en la longitud del abdomen (t: 10.45).

Las ecuaciones de regresión entre el peso total y la longitud del cefalotórax, longitud del abdomen y la longitud del quelípodo se presentan en las Figuras 9, 10, 11.

La Figura 9, muestra la alta correlación existente entre el peso total y la longitud del cefalotórax tanto en los machos como en las hembras en ambos sitios.

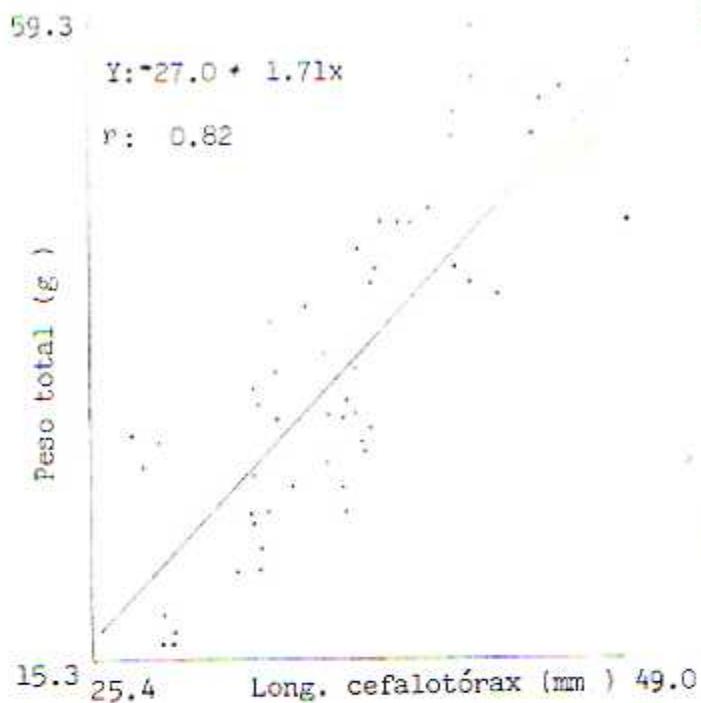
Se puede notar que la correlación entre el peso total y la longitud del abdomen es más alta en hembras que en machos de ambos sitios. (Figura 10).

La Figura 11 muestra una estrecha relación entre el peso total y la longitud del quelípedo en los machos ( $r$ : 0.90 y 0.91 en los sitios 2 y 3 respectivamente), por lo tanto la longitud del quelípedo va a influir mucho en el peso de éstos. Por otro lado, en las hembras se presenta una correlación y por lo tanto, no va a influir mucho en el peso.

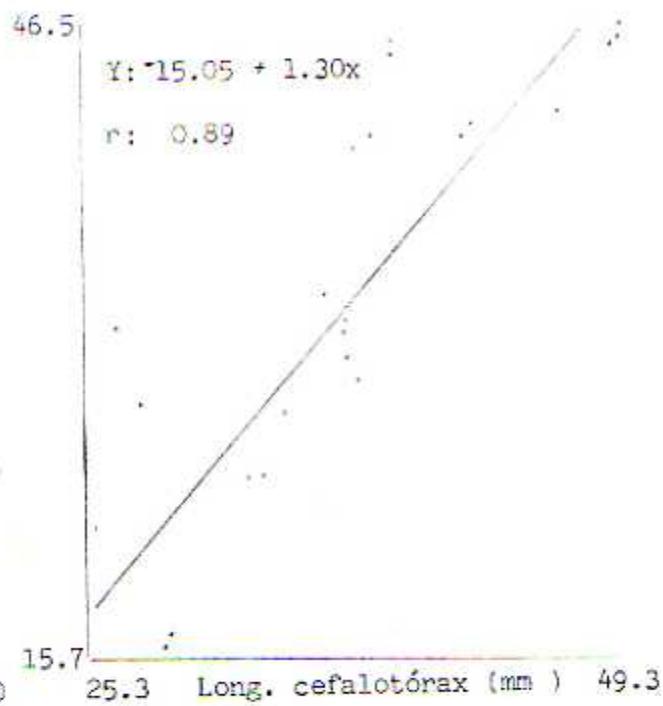
Los Cuadros 7 y 8 muestran los valores de correlación entre las variables determinados en los ejemplares de hembras y machos en los sitios 2 y 3.

El cuadro 7 (Sitio 2) indica que todas las correlaciones resultaron ser significativas ( $P < 0.05$ ) tanto para hembras como para machos, correspondiendo los valores más altos a la correlación entre las variables longitud del quelípedo-ancho de la quela (0.97), peso total-longitud del cefalotórax (0.93), longitud del rostro-longitud del cefalotórax (0.91) en machos y en hembras, peso total-longitud del abdomen (0.88), peso total-ancho del cefalotórax (0.85), peso total-longitud del cefalotórax (0.82).

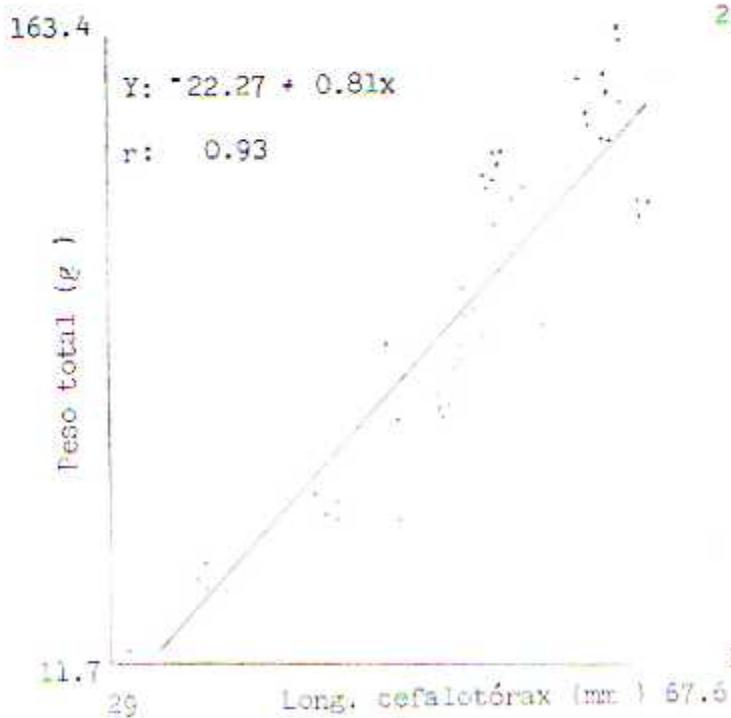
Fig. 9. Diagramas de dispersión entre las variables peso total (PT), y longitud del cefalotórax (LC) en hembras y machos de M. americanum del Sitio 2 y Sitio 3.



Hembras Sitio 2



Hembras Sitio 3

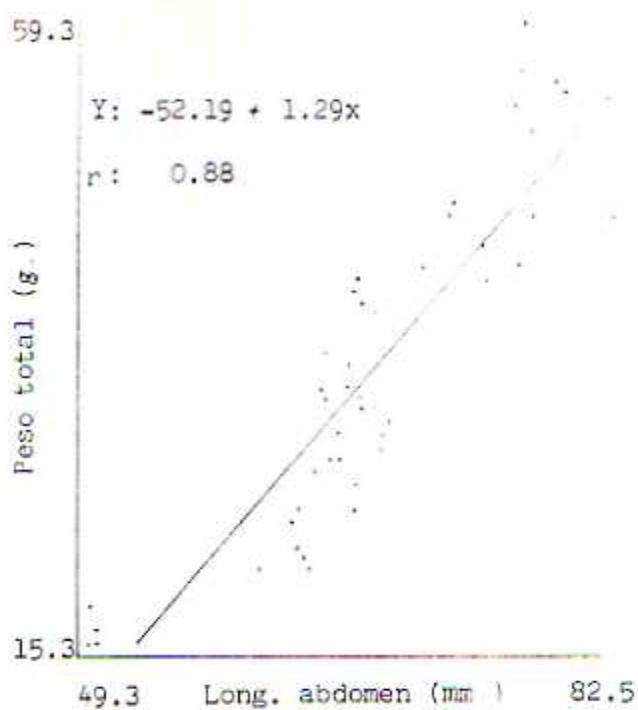


Machos Sitio 2

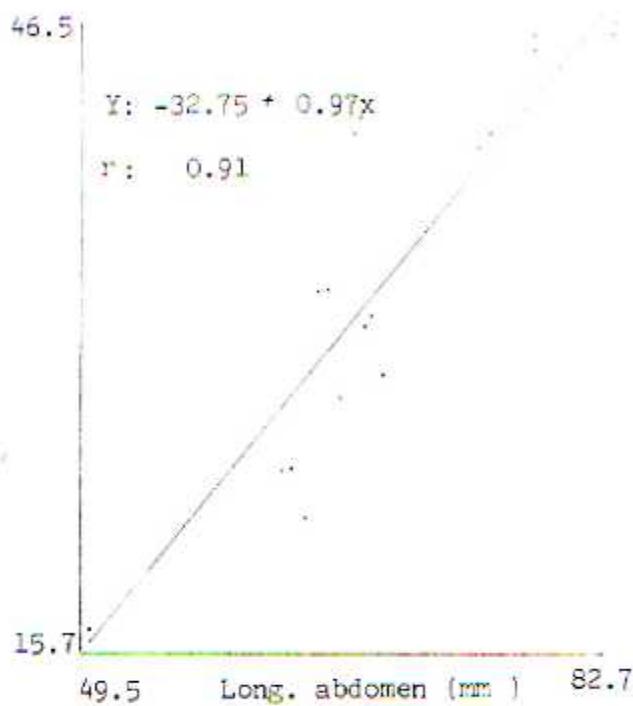


Machos Sitio 3

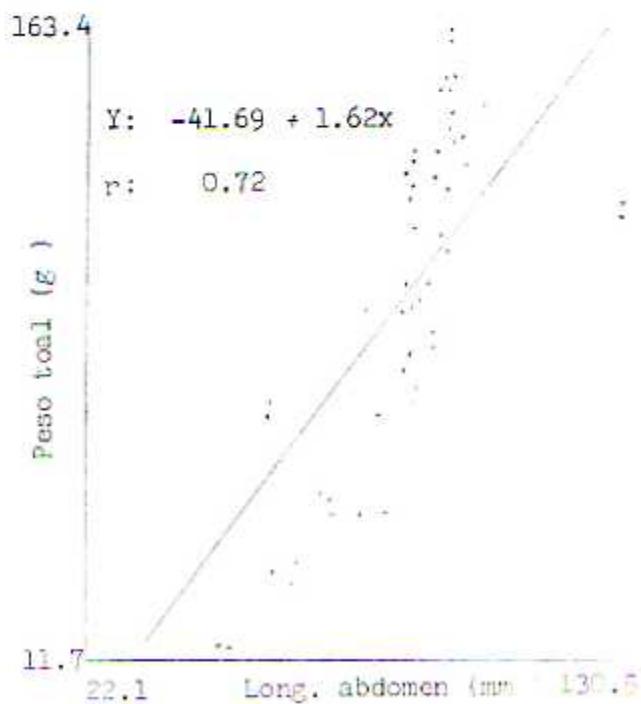
Fig. 10. Diagramas de dispersión entre las variables peso total (PT) y longitud del abdomen (LA) en hembras y machos de M. americanum del Sitio 2 y Sitio 3



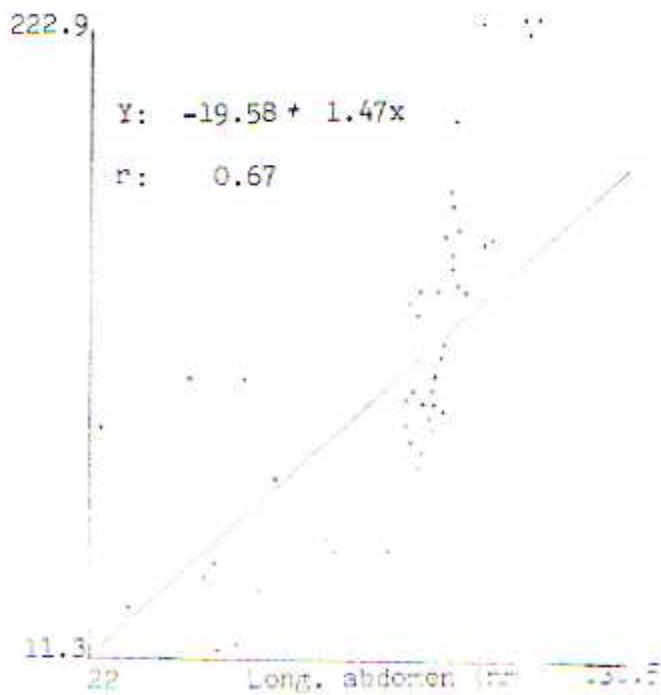
Hembras Sitio 2



Hembras Sitio 3

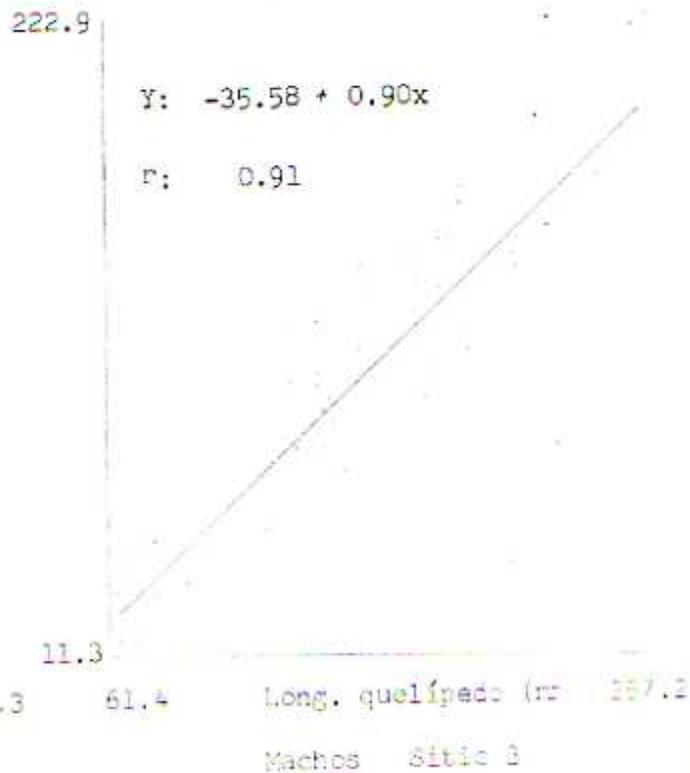
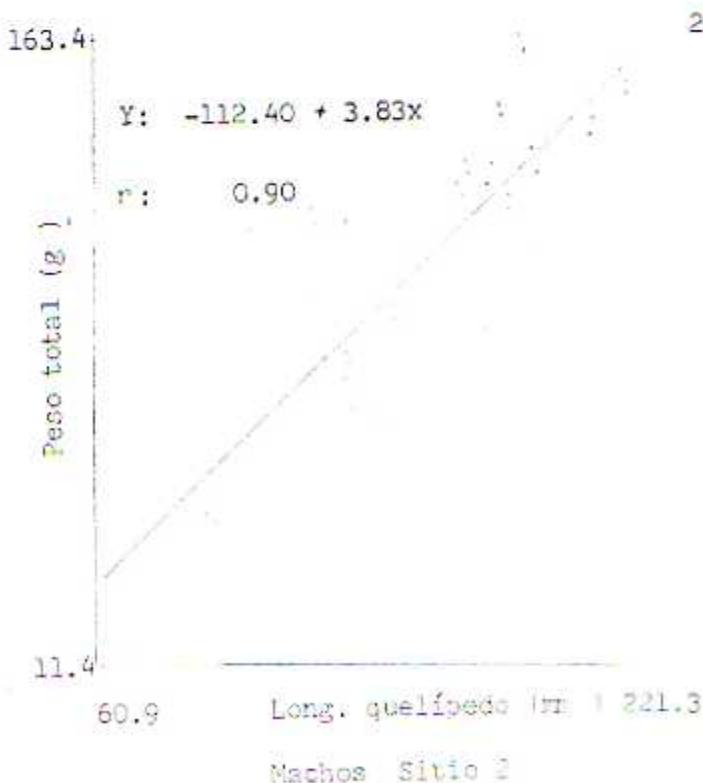
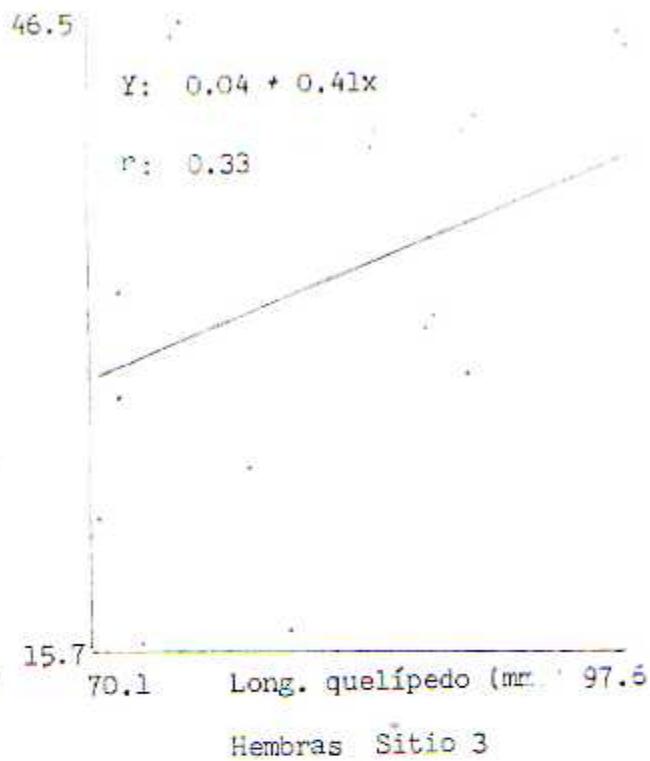
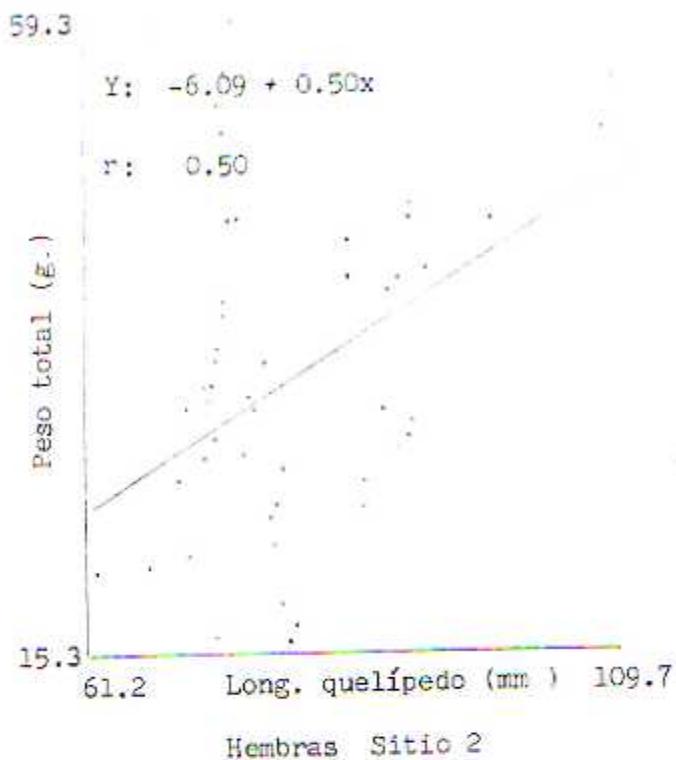


Machos Sitio 2



Machos Sitio 3

Fig. 11. Diagramas de dispersión entre las variables peso total (PT) y longitud del quelípedo (LQ) en hembras y machos de M. americanum del Sitio 2 y Sitio 3.



Cuadro 7

Matriz de correlación entre las variables longitud y ancho del cefalotórax (LC-AC), longitud y ancho del abdomen (LA-AA), longitud del quelípedo derecho (LQ), ancho de la quela derecha (AQ), longitud del iatus (LI), longitud del rostro (LR) y peso total (PT) determinados en hembras (n:65) y machos (n:98) de M. americanum en el sitio 2

	LC	AC	LA	AA	LQ	LI	AQ	LR	PT *
LC		0.90	0.76	0.80	0.84	0.66	0.77	0.91	0.93
AC	0.82		0.72	0.84	0.75	0.57	0.66	0.85	0.85
LA	0.79	0.80		0.83	0.51	0.37	0.44	0.72	0.72 M
AA	0.74	0.70	0.74		0.65	0.52	0.59	0.78	0.79 A
LQ	0.57	0.35	0.49	0.53		0.88	0.97	0.75	0.90 C
LI	0.45	0.43	0.32	0.42	0.79		0.87	0.57	0.73 H
AQ	0.33	0.35	0.43	0.48	0.63	0.64		0.69	0.84 O
LR	0.62	0.70	0.72	0.55	0.38	0.36	0.36		0.80 S
PT	0.82	0.85	0.88	0.90	0.50	0.39	0.46	0.71	***
H E M B R A S **									

\* Peso total en machos: 96 valores muestreados

\*\* Valor crítico (1 cola, 0.05) = +/- 0.2059  
 Valor crítico (2 colas, 0.05) = +/- 0.2439

\*\*\* Valor crítico (1 cola, 0.05) = +/- 0.1672  
 Valor crítico (2 colas, 0.05) = +/- 0.1984

El Cuadro 8 (Sitio 3), muestra que en los machos todas las correlaciones son significativas ( $P < 0.05$ ), siendo los valores más altos entre la longitud del quelípedo-ancho de la quela (0.95), longitud del cefalotórax-ancho del cefalotórax (0.93), peso total-longitud del quelípedo (0.91). En hembras, no todas las correlaciones son significativas, mostrando los mayores valores entre las variables: longitud del cefalotórax-ancho del cefalotórax (0.92), peso total-ancho del cefalotórax (0.91), peso total-longitud del abdomen (0.91).

Cuadro 8

Matriz de correlación entre las variables: Longitud y ancho del cefalotórax (LC-AC), longitud y ancho del abdomen (LA-AA), longitud del quelípedo derecho (AQ), longitud del iatus (LI), ancho de la quela derecha (AQ), longitud del rostro (LR) y Peso Total (PT) determinados en hembras (n:31) y machos de M. americanum en el sitio 3

	LC	AC	LA	AA	LQ	LI	AQ	LR	PT	
LC		0.93	0.63	0.76	0.86	0.62	0.75	0.91	0.86	
AC	0.92		0.65	0.84	0.83	0.59	0.73	0.87	0.85	
LA	0.85	0.84		0.78	0.50	0.37	0.44	0.59	0.67	M
AA	0.65	0.62	0.70		0.64	0.49	0.56	0.76	0.73	A
LQ	0.18	0.09	0.20	0.52		0.82	0.95	0.77	0.91	C
LI	0.13	0.20	-0.006	0.36	0.69		0.79	0.52	0.72	H
AQ	0.09	0.13	0.23	0.65	0.57	0.52		0.66	0.86	O
LR	0.74	0.84	0.81	0.60	-0.01	0.10	0.25		0.76	S
PT	0.89	0.91	0.91	0.81	0.33	0.19	0.34	0.85		***

H E M B R A S \*\*

\*\* Valor crítico (1 cola, 0.05) = +/- 0.3012  
 Valor crítico (2 colas, 0.05) = +/- 0.3544

\*\*\* Valor crítico (1 cola, 0.05) = +/- 0.1496  
 Valor crítico (2 colas, 0.05) = +/- 0.1778

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

En la época seca (diciembre-abril) la Quebrada Camaronal se encuentra con poco caudal de agua y en sus escasas pozas se acumulan los individuos de las especies de langostinos y peces.

Se ha establecido que el langostino, Macrobrachium americanum vive en grandes pozas con corrientes de agua moderadas, mientras M. tenellum prefiere pozas con poco o nada de corriente e inclusive se encuentra en pozas de agua estancada y también es común encontrarlo en esteros (De la Cruz, 1968; Abele y Blum, 1977). Los resultados de esta investigación respaldan plenamente la observación anterior, ya que, se obtuvo un mayor número de ejemplares de M. tenellum en la transección estero-sitio 1 (zona de escasa corriente) y conforme se asciende en la quebrada (más caudaloso) su número disminuye. Por otro lado, M. americanum se encuentra en la parte alta de la quebrada (Sitio 2 y 3) donde hay corrientes moderadas y fuertes (Cuadro 1 y 2).

Los individuos de M. americanum presentan hábitos migratorios en relación a su reproducción y de acuerdo con el período de lluvias durante el año, el que determina un aumento en la corriente en los ríos y arroyos. Se dejan arrastrar por estas corrientes desde las partes altas y se concentran en las partes bajas para su reproducción, dado que, las larvas requieren cierta salinidad (estero) para poder desarrollarse (Arana, 1974; Smitherman et. al., 1974; Abele y Blum, 1977). Esta migración también se ha observado en otras especies como M. rosenbergii (Raman, 1964).

M. malcolmsonii (Radjyalakshmi y Banadhir, 1968) y M. tenellum (Abele y Blum, 1977). De la Cruz (1968) indica, que la reproducción en M. americana se lleva a cabo entre los meses de junio y setiembre (época de lluvia) y tal vez, se prolongue hasta octubre, indicando un ámbito de fecundidad de 220.000 a 550.000 huevos por hembra. Mientras tanto, Smitherman et. al. (1974) capturaron hembras ovígeras (ámbito de 132 mm a 187 mm LT) entre junio y noviembre, con un promedio óptimo de 55% de capturas en setiembre. Estos autores encontraron en hembras grandes 228.000 huevos, y sugieren un ámbito de fecundidad de 50.000 a 150.000 huevos por hembra. Radjyalakshmi (1961) encontró un coeficiente de correlación elevado entre la longitud total y la fecundidad en hembras de M. rosenbergii ( $r: 0.80$ ), es decir, entre mayor tamaño tenga una hembra, mayor va a ser la cantidad de huevos que desova. Los resultados encontrados en este estudio apoyan las observaciones de las investigaciones anteriores. Se colectaron hembras ovígeras con gran cantidad de huevos en los pleópodos en el Sitio 2 (ámbito de 115.4 mm a 157.1 mm LT y 22.3 g a 59.3 g) en los meses de mayo, junio, julio y noviembre, (coincide con la época lluviosa) con un máximo de capturas en julio (Cuadro 5). Este sitio por estar situado en una parte de la quebrada sin corriente fuerte de agua, forma una zona de reproducción óptima para esta especie. En el Sitio 3 no se capturaron hembras ovígeras probablemente porque en este lugar las corrientes son fuertes y pueden causar daños físicos tanto a las hembras, como a los huevos.

Los huevos presentes en las hembras ovígeras capturadas en el Sitio 2 varían en color desde anaranjado hasta café-rojizo. Smitherman et. al. (1974) indican que la coloración anaranjada y café-rojizo en los huevos

significa que tienen menos de dos semanas de haber sido desovados; sin embargo, en el mes de julio, se capturó una hembra que tenía larvas visibles en los huevos (color grisáceo). Seguramente muchas hembras dejan que sus huevos eclosionen en esta parte de la quebrada y que la corriente lleve las larvas hasta el estero lo cual es factible, ya que, Smitherman et. al. (1974) encontraron que el 76% de las larvas duran 4 horas con vida en agua dulce. Se esperaba que una gran mayoría de estas hembras llegaran hasta el estero y ahí dejaran libre las larvas; desafortunadamente esto no se pudo verificar, ya que, en el Sitio 1, no se obtuvieron hembras grávidas (Cuadro 1).

Se afirmó en algunas de las investigaciones anteriores (Arana, 1974; Smitherman et. al., 1974; Abele y Blum, 1977) que al llegar la estación lluviosa, los individuos de M. americanum bajan de las partes más altas de la quebrada. Así, tenemos que en el Sitio 2 se obtuvo el mayor número de individuos (n: 163), lo que pareciera lógico al ser ésta una zona de reproducción. Adicionalmente se observa una proporción de sexos favorable a los machos (60.1% ♂ : 39.8% ♀) y por lo tanto, también una biomasa total mayor en éstos (Cuadro 5). Por otra parte, en el Sitio 3 se obtuvo un número menor de ejemplares (n: 153), dado que esta parte de la quebrada es bastante caudalosa, por lo que, se atraparon pocas hembras y machos bastante grandes. En este sitio, la proporción de sexos (79.7% ♂ : 20.2% ♀) y biomasa total es lógicamente favorable a los machos (Cuadro 6). En ambos sitios, se logró conjuntamente capturar el mayor número de individuos en julio y setiembre y conforme avanzaba la época de lluvia, disminuía el número de ejemplares capturados, hasta llegar a un mínimo en los meses de octubre y noviembre; por otro lado, en el Sitio 1, en el cual ni

se había colectado ningún ejemplar de M. americanum en el transcurso de la investigación, se logró capturar cuatro individuos entre octubre y noviembre. Es posible que esta variación mensual en las capturas de ejemplares en los tres sitios, se deba a que al aumentar la precipitación aumenta el caudal de agua que va arrastrando a algunos langostinos a partes más bajas en la quebrada (Cuadro 1).

Se encontró que la temperatura del agua fluctúa muy poco en los tres sitios, manteniéndose casi constante entre 24°C y 26°C, lo que se considera una temperatura adecuada para la especie (Cuadro 1 y Figura 4). Esta observación confirma los hallazgos de algunos investigadores de que la temperatura en que viven la mayoría de las especies de Macrobrachium, varía desde 24°C a 34°C (Rao, 1967; Ling, 1969; Clell, 1979; Sandifer y Smith, 1985); siendo el valor óptimo en M. americanum entre 24°C y 27.5°C (Smitherman et. al., 1974).

Los machos y las hembras de M. americanum presentan una diferenciación sexual externa muy notable, ya que, además del tamaño siempre mayor del macho, éste se distingue fácilmente por el mayor tamaño que alcanza su segundo par de pereiópodos (De la Cruz, 1968). Este dimorfismo sexual es muy similar al observado en M. rosenbergii (Rao, 1967; Nagamine y Knight, 1980), M. lanceifrons (Rasalan et. al., 1969), M. dayanum (Koshy, 1969) y M. amazonicum (Clell, 1979).

En este estudio, se encontró una diferencia significativa visiblemente marcada entre las medias de todas las variables determinadas en machos y

hembras de ambos sitios, determinándose la mayor diferencia en la longitud del quelípedo ( $t: 71.21$ ) y la menor en la longitud del abdomen ( $t: 10.45$ ). Esto comprueba el alto grado de dimorfismo sexual existente en esta especie.

Se encontró asimismo una alta correlación entre el peso total y la longitud del cefalotórax en ambos sexos (Figura 9). La correlación entre el peso total y la longitud del abdomen es más alta en hembras que en machos, lo cual indica que, a una misma longitud del abdomen las hembras presentan un mayor peso total que los machos (Figura 10). Por otro lado, se observa una estrecha correlación entre el peso total y la longitud del quelípedo en los machos, presentándose una correlación débil en las hembras. Esto implica que la longitud del quelípedo en los machos va a influir en su peso total, no así en el peso de las hembras (Figura 11). Analizando estas correlaciones se pudo determinar la pequeña diferencia que hay entre las hembras del Sitio 2 y 3, así como en los machos de ambos sitios, en cuanto a las variables analizadas.

En esta investigación se determinó que los machos poseen coeficiente de correlación más altos entre las variables estudiadas (0.37 - 0.97 (sitio 2) y 0.37 - 0.95 (Sitio 3) que las hembras (0.32 - 0.88 (Sitio 2) y -0.006 - 0.92 (Sitio 3). Esto implica que las dimensiones corporales y apéndices medidos tienen una relación, en lo que se refiere a crecimiento, más proporcional en los machos que en las hembras. En otros estudios sobre M. rosenbergii (Rao, 1967; Martínez, 1983), M. lanceifrons (Rasalan et. al., 1969), M. dayanum (Koshy, 1971) y M. amazonicum (Clell, 1979) se presentan resultados similares.

Se considera que el peso comercial mínimo aceptable en el mercado es de 30 g por ejemplar (Brody et. al., 1980). Shang (1981) menciona que de 22 a 26 langostinos por kilogramo, vendidos vivos o congelados es una cantidad óptima. Se nota en el presente estudio que el peso y las dimensiones corporales de la mayor parte de las hembras y machos poseen valores óptimos comerciales (Figuras 5,6,7 y 8).

Se obtuvo en el Sitio 2 un peso total medio de la muestra total de 71.47 g (Cuadro 3). Si separamos los sexos, tenemos que el peso medio de los machos es de 96.13 g y el 89.58% de ellos tienen pesos superiores a 30 g y en las hembras, el peso medio es de 35.05 g y un 63.09% de ellas sobrepasan también los 30 g (Figura 8).

En el Sitio 3 el peso medio de la muestra total es de 88.51 (Cuadro 4). En los machos el peso medio es de 102.63 g y un 97.5% de ellos tienen pesos mayores de 25 g y en las hembras el peso medio es de 32.95 g y un 58.06% sobrepasan los 30 g (Figura 8). Estos valores confirman el buen desarrollo corporal que alcanzan estos langostinos.

Es notable apreciar que la proporción entre los sexos es favorable a los machos en los sitios 2 y 3 (60.1% ♂ : 39.8% ♀ y 79.7% ♂ : 20.2% ♀ respectivamente) lo que va a influir evidentemente en el alto valor del peso medio de ambas muestras, así como en favorecer el rendimiento de la biomasa ya que, como se demostró en este trabajo, los machos de M. americanum poseen un peso total mayor que las hembras. Es interesante hacer notar que en algunas investigaciones realizadas en especies de Macrobrachium, la proporción de sexos favorece a las hembras; así en M. lamarrei

(Koshy, 1971) la proporción es de 43% ♂ : 57% ♀; en M. lanceifrons es de 2 ♀ : 1 ♂ (Rasalan et. al., 1969) y en M. ohione se halló que es de 57.19% ♀ : 42.1% ♂ (Truesdale y Mermilliod, 1977). En M. rosenbergii se ha determinado que la proporción está muy equilibrada, siendo de 1 ♀ : 1 ♂ en condiciones naturales y 42.9% ♀ : 57.1% ♂ en condiciones controladas favorable a los machos. (Rao, 1967; Martínez, 1983).

En México se han realizado investigaciones en M. americanum en los últimos años, para determinar el grado de factibilidad de cultivarlo comercialmente (Ling y Costello, 1979). Así, Arana (1974) demostró que esta especie es ventajosa al poseer un período de desarrollo larval corto (11 estadios larvales con 50 días de duración). Por otro lado, Jhingran y Gopalakrishman (1974) indican el logro alcanzado en cultivos experimentales en México, en los que se ha logrado obtener machos de 450 g y hembras de hasta 225 g en M. americanum.

La información obtenida en este estudio permite considerar que el langostino de agua dulce, Macrobrachium americanum es una especie con posibilidad para el cultivo comercial, desde el punto de vista de su alta fecundidad, buen tamaño, proporción de sexos favorable a los machos y rendimiento de biomasa.

RESUMEN

En un estudio de la estructura de la población y la biometría del langostino de agua dulce, Macrobrachium americanum en la Quebrada Camaronal, Parque Nacional Corcovado, Costa Rica, se recolectaron hembras ovígeras en los meses de mayo, junio, julio y noviembre, lo cual indica que la reproducción está directamente relacionada con la estación lluviosa. En estas hembras se observó una gran cantidad de huevos en los pleópodos, que varían en color desde anaranjado (desove reciente) hasta gris (prontos a eclosionar).

No se encontraron diferencias marcadas en cuanto a las variables analizadas se refiere, entre machos de un sitio con los machos del otro sitio y lo mismo sucede con las hembras. Sin embargo, se determinó que el dimorfismo sexual y la proporción de sexos es claramente favorable a los machos, por lo que el rendimiento de la biomasa se ve favorecido.

La información recopilada en este estudio, indica que M. americanum es una especie propicia para el cultivo comercial, desde el punto de vista de su alta fecundidad, buen tamaño, proporción de sexos favorable a los machos y rendimiento de biomasa. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que hacen falta estudios sobre su cultivo en condiciones controladas, aceptación en el mercado y otros.

BIBLIOGRAFIA

- Abele, L. G. & N. Blum. Ecological aspects of the freshwater crustaceans of the Perlas Archipelago, Panamá. *Biotrópica* 9(4): 239-252. 1977.
- \_\_\_\_\_ & K. Won. Notes on the freshwater shrimps of Isla del Coco (Costa Rica) with the descriptions of Macrobrachium cocoense, new species. *Proc. biol. Soc. Wash.* 97(4): 951-960. 1984.
- Arana, F. Experiencias sobre el cultivo del langostino Macrobrachium americanum Bate en el noroeste de México. *FAO Inf. Pesca* 1(159): 139-147. 1974.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. & W. O. Mc Larney. *Aquaculture; the farming and husbandry of fresh water and marine organisms.* A Wiley - Interscience Publication, New York, United States, 1972. 868 p.
- Brody, T., Cohen, D., Barnes, A & A. Spector. Yield characteristics of the prawn Macrobrachium rosenbergii in temperate zone aquaculture. *Aquaculture* 21(4): 375-385. 1980.
- Caillouet, Ch. W. Commercial and recreational fishery resources of estuarine waters, southern United States. In: Weist, W. G. and Greeson, P. E. (eds.). *Bioresources of shallow water environments.* American water resources association, Miami, Florida, 1970. pp. 43-50.
- Clell, G. W. Laboratory life history of the palaemonid shrimps Macrobrachium amazonicum (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 37(2): 141-151. 1979.
- Choudhury, P. C. Complete larval development of the palaemonid shrimp Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836) Reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 18(2): 113-122. 1970.
- \_\_\_\_\_. Complete larval development of the palaemonid shrimp Macrobrachium carcinus (L.), reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 20(1): 51-69. 1971.
- \_\_\_\_\_. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836). *Crustaceana* 21(2): 113-126. 1971.

- Daniel, W. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Traducido al español por Pérez Castellanos, J. H.; Cuarta edición. Editorial Limusa, México, 1982. 485 p.
- De la Cruz, M. C. R. Contribución al conocimiento de los Palaemónidos de México: III. Palaemónidos del Golfo de California, con notas sobre la biología de Macrobrachium americanum Bate. FAO Fish. Rep. 2(57): 373-380. 1968.
- Dobkin, S. Abbreviated larval development in caridean shrimps and its significance in the artificial culture of these animals. FAO Fish. Rep. 3 (57): 935-946. 1969.
- Dugan Ch. C., Hagood, R. W. & T. A. Frakes. Development of spawning and mass larval rearing Techniques for brackish - freshwater shrimps of the genus Macrobrachium (Decapoda, Palaemonidae). Florida Marine Res. Publ. Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory, St. Petersburg, Florida. No. 12. 27 p. 1975.
- Fielder, D. R. The larval development of Macrobrachium australiense Holthuis, 1950 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. Crustaceana 18: 60-74. 1969.
- Gamba, A. L. Macrobrachium: its presence in estuaries of the northern venezuelan coast (Decapoda, Palaemonidae). Carib. J. Scie. 18(1-4): 23-26. 1982.
- Guerrero, L. A. & R. D. Guerrero III. Culture of freshwater shrimps in fertilized ponds. In: Pillay, T. V. R. and Dill, W. A. (eds.). Advances in Aquaculture. Fishing News Book Ltd., Farnham, England, 1979. pp. 305-306.
- Holdridge, L. R. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica, 1967. 206 p.
- Holthuis, L. B. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda, Natantia) of the Americas. 2. Subf. Palaemonidae. Occas. Publ. Allan Hancock Found. 12: 1-396. 1952.
- \_\_\_\_\_. A collection of decapod crustacea from Republic of El Salvador (Central America). Zool. Verh. (23): 1-43. 1954.
- \_\_\_\_\_. FAO Species Catalogue. Shrimps and Prawns of the world. FAO Fish. Synop. 1(125): 1-261. 1980.

- Hughes, D. A. & J. D. Richards. Some current - directed movements of Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) under laboratory conditions. Ecology 54(4): 927-929. 1977.
- Janzen, D. H. Use of Santa Rosa National Park and Corcovado National Park, Costa Rica, by biologist. Unpublished manuscript, Univ. Penn., 1979. 47 p.
- Jhingran, V. G. & V. Gopalakrishnan. Catalogue of Cultivated Aquatic Organisms. FAO Fish. Techn. Paper Nº 130, 1974. 83 p.
- Koshy, M. On the sexual dimorphism in the freshwater prawn, Macrobrachium lamarrei (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda, Caridea). Crustaceana 16(2): 185-194. 1969.
- \_\_\_\_\_. Studies on the sexual dimorphism in the freshwater prawn Macrobrachium dayanum (Henderson, 1893) (Decapoda, Caridea). Crustaceana 21(1): 72-79. 1971.
- Ling, S. W. The general biology and development of Macrobrachium rosenbergii (de Man). FAO Fish. Rep. 3(57): 589-606. 1969a.
- \_\_\_\_\_. Methods of rearing and culturing Macrobrachium rosenbergii (de Man). FAO Fish. Rep. 3(57): 607-619. 1969b.
- \_\_\_\_\_. & A. B. O. Merican. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of Macrobrachium rosenbergii. Proc. IPFC 9(2): 55-60. 1961.
- \_\_\_\_\_. & T. J. Costello. The culture of freshwater prawns: a review. In: Pillay, T. V. R. and Dill, W. A. (eds.). Advances in Aquaculture. Fishing News Book Ltd., Farnham, England, 1979. pp. 299-305.
- Martínez, G. A. Estructura de la población y biometría de los sexos en Macrobrachium rosenbergii (De Man, 1879) (Decapoda: Palaemonidae) cultivado en Guanacaste, Costa Rica. Rev. Lat. Acuí. (15): 33-40. 1983.
- Miles, C. Observaciones de las medidas de control de los recursos acuáticos vivientes con referencia especial al camarón. FAO Fish. Rep. 2(57): 193-200. 1968.
- Nagamine, C. M. & A. W. Knight. Development maturation and function of some sexually dimorphic structures of the malaysian prawn, Macrobrachium rosenbergii (De Man) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 39(2): 149-152. 1980.

- Panikkar, N. K. Osmotic behaviour of shrimps and prawns in relation to their biology and culture. *FAO Fish. Rep.* 2(57): 529-537. 1968.
- Picado, M. T. Producción de langostino en Costa Rica. Una versión preliminar. Corporación Costarricense de Desarrollo (CODESA), 1980. 30 p.
- Radjalakshmi, T. & M. Ranadhir. The commercial prawn Macrobrachium malcolmsonii (H. Milne Edwards) of the river Godavary, a discussion on the trend and characteristics of the population during 1963-1966. *FAO Fish. Rep.* 3(57): 903-921. 1969.
- \_\_\_\_\_. Studies on maturation and breeding in some estuarine palaemonid prawn. *Proc. Nat. Inst. Sci. India.* 27: 177-188. 1961.
- Raman, K. On the location of a nursery ground of the giant prawn, Macrobrachium rosenbergii (de Man). *Current Science* 33(1-3): 27-28. 1964.
- Rao, R. M. Studies on the biology of Macrobrachium rosenbergii on the Hooghly estuary with notes on its fishery. *Proc. Natl. Inst. Sci. India.* 33(B): 252-279. 1967.
- Rasalan S. B., Delmendo, M. N. & T. G. Reyes. Some observations on the biology of the freshwater shrimp, Macrobrachium lanceifrons (Dana), with notes on the fishery. *FAO Fish* 3(57): 923-934. 1969.
- Reimer, R. D., Strawn, K. & A. Dixon. Notes on the river shrimp, Macrobrachium ohione (Smith) 1874, in the Galveston Bay System of Texas. *Trans. Amer. Fish Soc.* 103: 120-126. 1974.
- Ruiz, L. (ed.) 2<sup>do</sup> Simposium sobre desarrollo de la acuicultura en el Perú. Universidad Nacional Agraria, Perú, 1981. 342 p.
- Sánchez, C. Desarrollo larval de Macrobrachium tenellum en El Salvador. In: Pillay, T. V. R. and Dill, W. A. (eds.). *Advances in Aquaculture.* Fishing News Ltd., Farnham, England, 1979. pp. 311-314.
- Sandifer, P. A. & T. I. J. Smith. Freshwater Prawns. In: Huner, J. V. and Brown, E. E. (eds.). *Crustacean and mollusk aquaculture in the United States.* AVI Publishing Co., Westport, CT., United States, 1985. pp. 64-125.
- Scelzo, M. A. Técnicas para la producción y obtención de larvas, post-larvas y juveniles en el cultivo de crustáceos en América Latina. *FAO Inf. Pesca* 2(189): 56-95. 1974.

- Shang, Y. C. Freshwater prawns (Macrobrachium rosenbergii) production in Hawaii: practices and economics. Sea Grant Misc. Rep., UNIH - SEAGRANT - MR - 81-07, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 1981. 31 p.
- Smalley, A. E. The genus Potimirim in Central America. Revta. Biol. Trop. II: 177-183. 1963.
- Smitherman, R. O., Moss, D. D. & E. Díaz. Observations on the biology of Macrobrachium americanum Bate from a pond environment in Panamá. Proc. World. Maric. Soc. 5:29-40. 1974.
- Stephenson, M. J. & A. W. Knight. Temperature and acclimation effects on salinity preferences of post larvae on the giant malaysian prawn, Macrobrachium rosenbergii (de Man). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 60: 253-260. 1982.
- Tham A. K. Unit stocks of shrimps and prawns in the IPFC region and unit fisheries exploiting them. FAO Fish. Rep. 2(57): 207.216. 1968.
- Truesdale, F. M. & W. J. Mermilliod. The river shrimp Macrobrachium ohioense (Smith) (Decapoda, Palaemonidae): its abundance, reproduction and growth in the Atchafalaya river basin of Louisiana, U.S.A. Crustaceana 35: 61-73. 1977.
- UNCTAD/GATT. Estudio del mercado mundial de camarones, gambas y langostinos. Ginebra, Suiza, 1983. 304 p.
- Uno, Y. & Ch. S. Kwon. Larval development of Macrobrachium rosenbergii (De Man) reared in the laboratory. J. Tokyo Univ. Fish. 55: 179-190. 1969.
- Valdéz, M. F. & C. R. Villalobos. Variations in natural populations Meritina latissima (Gastropoda: Neritidae) in Costa Rica. Ann. Inst. Ciencias del Mar y Limnol. Universidad Nac. Aut. México, 9(1): 111-120. 1982.
- Villalobos, A. F. Un nuevo género de Atyidae (Crustacea, Decapoda) procedente de la Isla de Cocos. An. Inst. Biol. Mex. 30: 331-347. 1959.
- Wicksten, M. K. A monograph on the shallow water caridean shrimp of the Gulf of California, México. Allan Hancock monograph in Marine Biology No. 13, 1983. pp. 8-11.

Williams, A. B. Marine decapod crustaceans of the Carolinas Fish. Bull.  
65(1): 1-298. 1965.

Winemiller, K. O. An introduction to the freshwater fish communities of  
Corcovado National Park, Costa Rica. Brenesia 21: 47-66. 1983.

