

Observaciones sobre la biología del langostino *Macrobrachium americanum* en cautiverio*

ALICIA PEREZ-CHI

Laboratorio de Ecología
Departamento de Zoología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Prol. de Carpio y Plan de Ayala
Apartado Postal 26-375
02860 México, D.F.

Pérez-Chi, A. 1991. Observaciones sobre la biología del langostino *Macrobrachium americanum* en cautiverio. *An. Esc. nac. Cienc. biol.*, **34**: 123-143.

RESUMEN. En el presente trabajo se reportan las biometrías realizadas con 176 langostinos de *Macrobrachium americanum* colectados en dos puntos específicos de los estados de Michoacán y Guerrero, Méx., durante siete campañas efectuadas de diciembre de 1985 a febrero de 1988.

Se estima la fecundidad en una muestra de nueve hembras y se obtiene una relación potencial entre la longitud total y el número de huevecillos: $F=0.0568 LT^{2.861}$; así como la relación lineal entre el peso de la hembra y su fecundidad. Los datos de fecundidad obtenidos superan a los *M. rosenbergii*, *M. tenellum* y *M. acanthurus* y confirman lo reportado para *M. americanum* por otros autores.

A partir del mantenimiento de los organismos en el laboratorio se recogió información con respecto a la frecuencia de muda en cautiverio, obteniéndose un tiempo promedio de intermuda de 50 días y un incremento en talla y peso de 0.09 mm y 0.09 g por día, respectivamente. El tiempo correcto para el apareamiento después de que la hembra madura muda, es determinante para la exitosa fertilización de los huevos. El número de apareamientos observados van de cuatro a siete al año, pudiéndose extrapolar hasta diez.

La incidencia de investigaciones con las especies nativas enriquece el conocimiento de las mismas y facilita la determinación de la estrategia de cultivo.

INTRODUCCIÓN

En México, el interés por el cultivo de langostinos se debe principalmente a que la técnica, al menos para *Macrobrachium rosenbergii*, se encuentra completamente desarrollada; a que las poblaciones de las especies nativas disminuyeron considerablemente por la captura indiscriminada de hembras grávidas; a la posibilidad de aprovechar superficies de terrenos no aptos para la agricultura y al atractivo precio en que se vende el producto.

Macrobrachium americanum es una especie que merece atención porque se encuentra entre las cuatro especies de mayor importancia comercial en México (Mercado, 1988). Se distribuye en las aguas dulces de la costa occidental del Continente Americano, desde el sur de California hasta el norte de Perú (Holthius, 1952).

*Proyecto CONACyT, clave: PCECBNA 021238.

Varios autores han incidido en el estudio de su distribución y biología; entre éstos, Rodríguez de la Cruz (1968) presenta un análisis de colectas hechas en las costas del Golfo de California de varias especies de palemónidos y muestra que *M. americanum* tiene las mejores posibilidades de cultivo y es una de las especies de mayor demanda.

Smitherman, et al. (1974) consideraron aspectos de crecimiento y tolerancia a bajas temperaturas en estanques en Panamá, y de fecundidad y vida larvaria en el laboratorio, con tan sólo dos hembras.

Arana (1974) presenta avances sobre la biología de esta especie colectada en el río Ba-luarte, Sinaloa y a partir del mantenimiento de reproductores hace observaciones sobre muda, cópula, incubación de huevecillos, desarrollo larvario y descripción de las características larvales; sin embargo, su reporte es breve y no menciona el tamaño de la muestra para cada estimación.

Kensler, et al. (1974) concluyen, a partir de su trabajo de campo, que existen excelentes posibilidades para el desarrollo y cultivo del langostino de río *M. americanum* en los estados de Michoacán y Guerrero, dando recomendaciones biológicas y de cultivo.

Monaco (1975) logró el cultivo de las larvas de *M. americanum* en condiciones de laboratorio distinguiendo 11 etapas larvales y la de postlarva, después de un periodo de 53 días a 29°C.

Cantillo (1978) presenta nuevamente el desarrollo de los estados larvales de este camarón del río, en Colombia.

Martínez (1981) define la temporada reproductiva para esta especie en el río Armería del estado de Colima, así como la talla en que las hembras alcanzan su madurez sexual y anota sus observaciones sobre el desarrollo larval.

Holtschmit y E. Pfeiler (1984) dan las salinidades óptimas para la sobrevivencia de larvas y postlarvas criadas en el laboratorio, mencionando que para las primeras etapas, ésta se encuentra entre 20 y 30 ‰ y para etapas sucesivas hasta la metamorfosis está entre 15 y 20 ‰ de salinidad. Asimismo, Holtschmit (1988) menciona a las especies de langostinos cultivables en México, dando énfasis a la especie exótica *M. rosenbergii* pero sin dejar de mencionar que esta especie presenta algunas desventajas frente a nuestras especies nativas.

A partir de las Memorias del Seminario Nacional de Cultivo y Comercialización de Langostino, celebrado en Acapulco, Guerrero (1988), se desprende que la biotecnología para el cultivo de las principales especies nativas aún tiene mucho por recorrer para que, amén de ser especies manejadas tradicionalmente por el sector social principalmente, se transformen en un recurso comercial renovable importante, que genere empleos y arraigue a la gente en el campo a través de un mejor nivel de vida.

Tratándose de una especie nativa y considerando que las existencias naturales de este recurso se encuentran sobreexplotadas, resulta urgente tratar de implementar su cultivo en condiciones controladas. El trabajo presente aporta notas sobre la biología de *M. americanum* en cautiverio y es parte de un proyecto de investigación enfocado a la producción masiva de postlarvas de langostinos nativos. Para cumplir con este propósito fue necesario realizar trabajo experimental de laboratorio y hacer la determinación de algunas características biológicas importantes en animales propios de la zona de colecta, considerando las relaciones biométricas, aspectos reproductivos, fecundidad y frecuencia de muda, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material se colectó en dos sitios específicos, en la presa de La Villita la cual se localiza sobre el río Balsas, aproximadamente 55 km aguas abajo de la presa Infiernillo y 13 km aguas arriba de la desembocadura del Balsas en el Océano Pacífico. En esta parte, el río sirve como límite a los estados de Michoacán y Guerrero, quedando en la margen derecha (de norte a sur) el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán, en donde se localizó el primer lugar de colecta, en la rancharía de La Villita. En la margen izquierda (de norte a sur) se sitúa el municipio de La Unión, Guerrero y allí está el segundo lugar de colecta en La Planta (fig. 1).

La presa hidroeléctrica José Ma. Morelos (La Villita) controla en su curso inferior la corriente del río Balsas, que es uno de los más importantes de México, dada la extensión de su cuenca y el volumen de caudal. Las coordenadas en donde se ubica la presa son 18° 02' 36" de latitud norte y 102° 10' 45" de longitud oeste.

La región tiene un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano y sin cambio térmico invernal bien definido. Tiene una temperatura media anual de 26°C y los meses más calurosos son de junio a octubre. Los meses de febrero y marzo son los que tienen la temperatura mínima promedio más baja que es de 20°C. La región tiene una precipitación media anual de 1,200 mm siendo septiembre el mes en el que se ha registrado una precipitación media mensual más alta (300 mm) (Secretaría de Marina, 1975/(6).

Se realizaron en total siete colectas en las siguientes fechas:

1. Del 9 al 12 de diciembre de 1985
2. Del 24 al 27 de febrero de 1986
3. Del 10. al 4 de diciembre de 1986
4. Del 10. al 4 de febrero de 1987
5. Del 11 al 13 de junio de 1987
6. Del 7 al 10 de septiembre de 1987
7. Del 22 al 25 de febrero de 1988.

Las artes de pesca que se utilizaron para capturar a los ejemplares fueron el trasmallo de 200 m de longitud con malla de 8 cm de abertura y trampas fijas como las nasas, conocidas localmente como chundes. Asimismo, se realizó compra directa con los pescadores en la medida de lo posible.

Los organismos colectados en cada campaña fueron transportados al laboratorio en bolsas de polietileno de 10 litros, con una cuarta parte del volumen de agua desclorada y el resto con oxígeno inyectado a presión, y a razón de uno a cuatro ejemplares según su tamaño. La temperatura de las bolsas se mantuvo alrededor de 17°C con hielo adicional.

En el laboratorio fueron registrados tanto los vivos como los que perecieron durante el trayecto. Estos últimos se conservaron en formol al 10%. Todos los organismos se pesaron en una balanza triple barra OHAUS (± 0.05 g), se determinó el sexo y se midieron con una regla convencional, la longitud total, la patrón y la cefalotorácica.

La fecundidad se estimó en un total de 11 hembras, incluyendo dos ejemplares copulados en el laboratorio, se contaron los huevos por el método gravimétrico en cuatro muestras tomadas de la masa total de huevos de cada hembra. Dichas muestras se trataron con líquido de Gilson (Bagenal y Braum, 1978), se midieron por su eje mayor y menor 25

huevecillos de cada una de las hembras, y se determinaron las relaciones morfométricas con respecto a la fecundidad evaluada, para cada ejemplar.

Los organismos vivos se mantuvieron en el laboratorio en acuarios de 30 y 70 litros con una cama de grava en su base y manteniendo la recirculación del agua en el acuario mediante la elevación de ésta por la fuerza del aire aplicada. Durante la estancia de cada organismo se realizaron observaciones sobre la frecuencia de muda y se registraron talla y peso de cada uno un día después de la muda. Asimismo, se hicieron observaciones sobre el comportamiento reproductivo y el tiempo de desove. La alimentación de los organismos consistió básicamente de proteína animal (pescado fresco) y en ocasiones de alimento vivo (tubificidos y quironómidos) o proteína vegetal (alfalfa).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las siete colectas efectuadas, se registraron un total de 176 organismos, de los cuales 92 murieron durante el transporte a la escuela o durante la primera semana después de haber sido instalados en el laboratorio. Los organismos restantes (84) se mantuvieron vivos en el laboratorio como reproductores.

A partir del número total de organismos colectados (176), se observa que la proporción de hembras capturadas, en casi todas las ocasiones, fue mayor que la de los machos (52 y 48% respectivamente) (tabla 1).

El análisis de la distribución de tallas y pesos del total de organismos muestra que la talla promedio para hembras fue de 127 mm con un máximo de 214 y un mínimo de 81 (N=91), y para los machos fue de 137 mm con un máximo de 243 y un mínimo de 89 (N=84).

El peso promedio para hembras fue de 49.2 g con un máximo de 185.3 y un mínimo de 11.2, y para los machos fue de 69.8 g con un máximo de 436.3 y un mínimo de 11.4, con el mismo tamaño de muestra que para la talla.

Esta distribución de tallas (fig. 2) y de pesos refleja la selectividad de las artes de pesca empleadas.

BIOMETRÍA. Las relaciones biométricas establecidas para la muestra fueron las siguientes:

Relación longitud total-longitud cefalotorácica. Las constantes de la recta que describe esta relación fueron determinadas por regresión lineal, resultando: $a = -6.96$ y $b = 0.0370$, con una correlación de 0.968 (fig. 3) y un nivel de significancia de 99% de acuerdo al tamaño de la muestra (176 organismos).

Relación longitud total-longitud patrón. Las constantes de la recta que describe esta relación también fueron determinadas por regresión lineal, resultando: $a = -3.47$ y $b = 0.887$ con una correlación de 0.941 y un nivel de significancia de 99% de acuerdo al mismo tamaño de muestra.

Se estableció la ecuación potencial que describe la relación entre el peso y la longitud total, se ajustó mediante una regresión logarítmica, dando como resultado los siguientes valores para las constantes: $a = 0.0000095897$, $b = 3.1536$ y $r = 0.980$ (fig. 4). Debido a la proximidad del valor de la pendiente con respecto a 3, se infiere que el crecimiento de esta especie es isométrico, ya que ese valor indica que el peso específico y la forma del cuerpo permanecen constantes a través del tiempo, independientemente del tamaño de los ejemplares. Estos resultados son semejantes a lo reportado por Chávez, *et al.* (1976) para *M. carcinus* que es una especie que se distribuye en la costa oriental de México,

y aun cuando estas especies se encuentran aisladas geográficamente, coinciden en sus características biológicas.

FECUNDIDAD. La forma de los huevos varió de acuerdo al grado de desarrollo embrionario, de una forma casi esférica hasta una forma claramente ovoide cuando la larva está bien desarrollada y próxima a eclosionar; esto mismo se ha observado para *M. rosenbergii* (Ling, 1969). Las dimensiones de los huevos variaron de 494 a 652 micras con un valor promedio de 559 en su eje mayor, y de 455 a 522 micras en su eje menor con un promedio de 480.

La estimación de fecundidad se realizó con las hembras ovadas de la segunda colecta (febrero 1986), en la que éstas fueron más abundantes. Se colectaron hembras relativamente pequeñas, la hembra ovada más pequeña medía 116 mm y pesaba 33.5 g. Rodríguez de la Cruz (1968) menciona que se consideran adultos los ejemplares que miden más de 57 mm de longitud total. Para corroborar esto en el presente estudio, sería necesario realizar muestreos adicionales con artes de pesca con luz de malla más pequeña para poder detectar la talla mínima de hembras ovadas.

Asimismo, Martínez (1981) reporta que las hembras alcanzan su madurez sexual a la talla de 155 mm o peso de 100 g., esto queda rebasado por los datos del presente estudio en el que una hembra de 33.5 g ya portaba huevecillos.

Los resultados de las mediciones morfométricas y los respectivos valores de fecundidad para cada hembra, se muestran en la tabla 2.

Con respecto a los datos de fecundidad obtenidos, los resultados sugieren que el número de huevecillos en hembras ovígeras de *M. americanum* es muy variable, ya que hembras con el mismo peso (40 g) mostraron valores muy diferentes de fecundidad (47 000 y 102 000). Esta variabilidad se incrementa si consideramos el valor promedio de fecundidad obtenido para las hembras (42 g promedio) copuladas en el laboratorio, que fue de 65 000 huevos.

Esta variabilidad se puede deber a:

1. La diferencia en tiempo de desarrollo embrionario que existe entre las diferentes hembras consideradas. Se sabe que una hembra porta un número mayor de huevos cuando éstos son recién fecundados que cuando están en la fase final de su desarrollo debido a la constante labor de selección y limpieza que la hembra realiza durante el periodo de incubación (Ling, 1969a y Holtschmit, 1988).
2. Las diferencias en la historia individual de cada hembra. Se sabe que el número de huevos producidos depende de varios factores, tanto bióticos como abióticos (Cabrera-Jiménez, *et al.*, 1979), siendo fundamentales las condiciones de alimentación y enfermedades.
3. La fecundidad de las hembras en cautiverio generalmente es menor, principalmente en el caso de organismos silvestres confinados en espacios pequeños y condiciones distintas a las del ambiente natural, situación susceptible de superarse mediante el proceso de domesticación (Pebles, 1979) y selección de las especies para su cultivo.
4. El efecto de la manipulación de las hembras cargadas, durante su transporte y manejo en el laboratorio, provoca "estrés" en los organismos (Gasca, 1986) y la liberación de algunos huevecillos al medio.

Por otro lado, al comparar el valor promedio de fecundidad reportado por Martínez (1981) de 110 000 huevos para su organismo de 100 g, se observa que éste es rebasado

por cuatro del total de hembras consideradas. Esto se observó claramente con una hembra de 40.7 g, para la cual se estimaron 102 300 huevos y otra de 90.3 g con 152 300.

Del análisis del número de huevos reportado por diversos autores para varias especies del género *Macrobrachium*, Cabrera-Jiménez, *et al.* (1979) agrupan a *M. tenellum*, *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. americanum* y *M. rosenbergii* dentro de tres niveles, de acuerdo con su fecundidad, entre los cuales *M. americanum* queda ubicado en el grupo de alta fecundidad que incluye además a *M. carcinus*, ambos con promedios de 150 000 y 210 000 huevecillos, respectivamente, (tabla 3).

Holtschmit (1988) menciona que el número de huevecillos está en función de la especie y del tamaño de la hembra.

En este trabajo, los valores de fecundidad se relacionaron con la longitud total, patrón y cefalotorácica. En los tres casos se obtuvo el mejor ajuste con una ecuación potencial cuya variable independiente es la longitud y la dependiente la fecundidad. De estos tres, el mayor coeficiente de correlación (0.880) se obtuvo para la relación entre la longitud total (L_t) y el número de huevos (F), cuya fórmula es:

$$F = 0.057L_t^{2.861} \quad (\text{fig. 5})$$

Para las relaciones entre las tres longitudes consideradas, total, patrón y cefalotorácica, y la fecundidad, se obtuvieron valores de la pendiente cercanos a 3 (2.86, 2.84 y 2.70 respectivamente).

Aún cuando pudiera esperarse un comportamiento similar entre las especies emparentadas como lo son *M. carcinus* y *M. americanum* para la relación entre la longitud total y la fecundidad, Chávez-Alarcón *et al.* (1976) obtienen para estas dos características una relación lineal. En este trabajo la relación obtenida para *M. americanum* fue de tipo potencial. Es posible que la relación lineal obtenida por dichos autores se debiera al intervalo de longitud considerado (de 95 hasta 140 mm) que excluye el comportamiento de la fecundidad en las hembras de mayor tamaño, en las que es poco probable que se mantenga una relación directamente proporcional ya que factores como la edad de la hembra y capacidad reproductiva influyen significativamente.

Para el peso de la hembra (Ph) y número de huevos (F), el mejor ajuste fue un modelo lineal, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$F = 19031.764 + 1092.335 Ph \quad (\text{fig. 6})$$

La obtención de una relación lineal entre el peso de la hembra y la fecundidad coincide con lo reportado por Martínez (1981) y por Cabrera-Jiménez *et al.* (1979), al mencionar que se trata de una relación casi directa, pero sin poder hacer una mayor comparación ya que no mencionan los valores de las constantes.

Para definir la relación entre el peso de la masa ovígera (Pmo) y la fecundidad (F), se consideraron los datos del total de las hembras (11), la relación obtenida fue:

$$F = 6512.991 + 12468.429 Pmo \quad (\text{fig. 7})$$

con un coeficiente de correlación de 0.903.

Para la relación entre el peso de la hembra y su masa ovígera se obtuvo una ecuación lineal:

$$P_{mo} = 0.7574 + 0.0881 P_h \quad (\text{fig. 8})$$

con un coeficiente de correlación de 0.888.

Considerando esta relación, se obtiene que el peso de la masa ovígera constituye el 9.6% del peso total de la hembra.

FRECUENCIA DE MUDA. A partir del mantenimiento de los organismos en el laboratorio, se ha recogido información con respecto a la frecuencia de la muda en cautiverio.

La frecuencia de la muda depende de la edad del ejemplar y de la cantidad y calidad del alimento ingerido. Los organismos jóvenes mudan más frecuentemente que los viejos; los organismos que toman gran cantidad de alimento de buena calidad mudan más rápido que aquellos que ingieren poco y de baja calidad (Ling, 1969).

La información recopilada hasta el momento incluye organismos con longitud total que va de los 89 mm hasta 181 mm, considerando tanto hembras como machos y el intervalo en el que se han hecho las observaciones es variable (tabla 4). El número de mudas observadas va desde dos hasta 10 (aquellos organismos que mudaron tan sólo una vez no se incluyen en la tabla); es evidente que las observaciones más significativas corresponden a los individuos que se han mantenido durante más tiempo. A pesar de esto, no ha sido posible corroborar la observación de Ling (*op. cit.*) de que los organismos jóvenes mudan más frecuentemente, ya que el tamaño de la muestra no permite diferenciar la variación presente en cada grupo de edad o longitud. Por ejemplo, una hembra de 97 mm y 16 g tuvo un tiempo de intermuda de 57 días, mientras que otra hembra de 143 mm de longitud patrón (por rostro roto) y 65 g tuvo tan sólo 43 días. Lo que sí es evidente es que la hembra más pequeña tuvo un mayor incremento en talla y peso (58 mm y 47 g respectivamente) que la hembra de mayor tamaño cuyo incremento fue de 5 mm y 14 g en un tiempo similar.

Asimismo, se observó el caso de dos hembras de distinto tamaño, la diferencia de longitud entre ellas fue de 30 mm y presentaron el mismo tiempo promedio de intermuda (34 días) para cinco mudas observadas en ambas.

La variabilidad observada es alta entre los tiempos promedio de intermuda entre todos los organismos e incluso para un mismo organismo; no se establece un patrón decreciente, a pesar de que se mantuvieron en condiciones similares de cultivo (tipo de acuario, temperatura, tipo de alimentación).

Las diferencias con respecto a las medidas de longitud y peso inicial y final resultaron negativas en algunos casos, principalmente para los organismos con el menor número de mudas (2) en donde la aclimatación, estrés y otros factores pueden estar involucrados (Ling, 1969a; Cabrera-Jiménez, 1979 y Gasca, 1986).

El mayor incremento en talla y peso se obtuvo para una hembra de 97 mm 155 g iniciales, cuyo incremento fue de 58 mm y 47 g en el transcurso de nueve mudas efectuadas en un tiempo de 15 meses.

A pesar de la variabilidad, es útil dar una estimación del tiempo promedio de intermuda para todos los organismos observados, la cual es igual a 50 días y un incremento promedio en talla y peso de 2.7 mm y 2.7 g al mes, respectivamente, lo que da un crecimiento diario de 0.02 tanto en mm para la talla, como en g para el peso. Arana (1974) menciona

un tiempo aproximado de 40-45 días para hembras de mediano tamaño; Días, 1982 (citado en Holtschmit, 1988) menciona un crecimiento de 0.10 mm/día, ambas observaciones son muy semejantes a lo obtenido aquí.

REPRODUCCIÓN. Para observar la reproducción de esta especie no ha sido necesario cambiar de acuario a la hembra y al macho maduros con el fin de que se ambienten, como se plantea para *M. rosenbergii* (Ling, 1969). En este caso, una vez que la hembra efectúa su muda de preapareamiento, se introduce al macho en el acuario donde se encuentra ésta.

La muda preapareamiento se efectúa rápidamente, aun en menor tiempo que el señalado para *M. rosenbergii* (Ling, *op. cit.*). El tiempo observado para *M. americanum* es de 1 min aproximadamente. El proceso físico incluye movimientos "convulsivos" hasta sacar primero la cabeza y después el abdomen y el telson del exoesqueleto. Esta observación es opuesta a la planteada por Arana (1974) que dice que primero se desprende del exoesqueleto el abdomen y el telson y posteriormente el de la cabeza; no obstante, es una evidencia de que ambos mecanismos son posibles.

El tiempo correcto para el apareamiento, después de que la hembra muda, es una medida importante para determinar el éxito o fracaso en la colocación del espermatóforo y la consecuente fertilización de los óvulos. De 45 apareamientos observados, tan solo nueve de ellos fueron exitosos, quizá debido a que las hembras en el momento de la cópula no estaban en condiciones de receptividad.

De acuerdo con las observaciones hechas en el laboratorio, la hembra es receptiva de 35 mn hasta 8-10 h después de haberse efectuado la muda. En esta etapa puede tener hasta tres amplexus con diferentes machos. Cuando se trata del mismo macho se efectúa en menos de siete min o en menos de 25 cuando participan más de uno.

El caso más común es un amplexus con un macho en menos de 10 seg cuando la hembra es receptiva. Los eventos de limpieza y cortejo que realiza el macho hacia la hembra, según varios autores (Rodríguez de la Cruz, 1968 y Ling, *op. cit.*), antes del amplexus, no se observaron en este caso.

La presencia de dos machos en el mismo acuario con una hembra recién mudada puede estimular la actividad de cualquiera de los dos, propiciando en amplexus en menor tiempo. Se ha observado una mayor actividad sexual por parte de los machos pequeños, aun cuando son más pequeños que la hembra, por lo que el menor tamaño se considera una estrategia reproductiva (Holtschmit, 1988).

El aspecto a investigar es, si una vez que el espermatóforo es depositado durante el primer amplexus, los siguientes sean superfluos, o si durante el primer amplexus el espermatóforo no se fija, esto sea posible, durante los subsecuentes apareamientos.

El desove de los hevecillos y acomodo de los mismos se efectúa a las 24 h después de haberse efectuado el último amplexus, pudiendo prolongarse hasta las 28 h. Aranda (1974) menciona para esta especie un intervalo más amplio; de 18-35 h. La reproducción se ha efectuado en el laboratorio entre los 26 y 29°C al igual que otras especies como *M. acanthurus*, *M. carcinus* y *M. ohione* (Dugan, *et al.* 1975) y se han obtenido desoves en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio y agosto. Las observaciones de campo indican que la reproducción se efectúa durante todo el año.

El periodo de incubación de los hevecillos se ha observado en nueve ocasiones, habiendo durado desde 16 hasta 19 días con un número promedio de 17 a temperatura promedio de 27°C, más corto que lo reportado para *M. carcinus* de 18 a 20 días (Acioli y Andrade, 1979) y *M. rosenbergii* (Holtschmit, 1988) el cual dura 20 días a temperatura de 28-30°C;

de acuerdo a este autor, es posible reducir el tiempo de incubación para *M. americanum* hasta en 12 días, si se aumenta la temperatura a 30°C.

De acuerdo al número de mudas por hembra y al tiempo promedio de intermuda observado, se estima que el número de apareamientos va desde cuatro hasta siete al año, sin dejar de mencionar casos extremos como el de una hembra que tuvo 10 apareamientos en 14 meses, pero tan sólo tres de ellos fueron exitosos, es decir, se obtuvieron desoves.

Holtscmit (*op. cit.*) menciona para *M. rosenbergii* que si las condiciones de temperatura y fotoperiodo se mantienen constantes, se pueden tener unos tres y cuatro o hasta más de 10 desoves al año; a esto hay que agregar que debe atenderse también la receptividad de la hembra para que se dé un desove exitoso.

Considerando el número de apareamientos al año y la fecundidad, se obtienen los datos de la tabla 3, mostrando los obtenidos para *M. americanum* en el presente trabajo y se comparan con las otras especies de importancia comercial.

CONCLUSIONES

El mayor factor de correlación se obtuvo para la relación entre la longitud total y la longitud cefalotorácica con un valor de 0.968.

El mayor coeficiente de correlación permite elegir el tipo de regresión más conveniente; en este caso estuvo entre la longitud total y la fecundidad (0.880), y fue de tipo potencial.

Los datos de fecundidad y éxito de los apareamientos permiten saber las tallas y características más apropiadas de los reproductores.

La fecundidad en hembras silvestres de 33 a 57 g fue de 46 000 a 102 000 huevecillos; para aquellas de 90 g fue de 106 000 a 152 000 huevecillos. Para hembras copuladas en el laboratorio con pesos de 33 a 57 g fue de 65 000 huevecillos.

Se comprueba que *Macrobrachium americanum* está entre las especies de langostinos de alta fecundidad.

El tamaño de los huevos fue de 556×480 micras.

El tiempo promedio de intermuda para todos los organismos fue de 50 días y un incremento en talla y peso de 0.09 mm/día y 0.09 g/día, respectivamente.

El tiempo correcto para el apareamiento después de que la hembra madura muda, es determinante para la exitosa fertilización de los huevos.

La hembra de *M. americanum* es receptiva desde 35 minutos hasta 8 a 10 horas después de la muda preapareamiento. El número de apareamientos van de cuatro a siete al año, pudiéndose extrapolar hasta 10. El desove de los huevecillos se realiza a las 24 o 28 horas después de haberse efectuado el último amplexus. El tiempo promedio de incubación de los huevos fue de 17 días a 27°C.

La potencialidad del langostino como recurso en función de su tamaño, de su fecundidad, de su tiempo de intermuda, del tiempo de incubación y del número de desoves al año es tal que, muestra la pertinencia de insistir en las investigaciones conducentes al cultivo de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Gabriel Magallón Barajas, Director General de la Siderúrgica Las Tru-

chas, en Lázaro Cárdenas, Michoacán, por permitirnos la estancia en las instalaciones de La Orilla, SICARTSA, en todas las campañas.

Quiero dar mi más sincero agradecimiento al M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero del CINVESTAV, Mérida, por la revisión crítica a este trabajo. Asimismo, al M. en C. Salvador Sánchez Colón por sus recomendaciones en el procesamiento de los datos. Al M. en C. Rodolfo Ramírez Granados por las sugerencias hechas al manuscrito.

Asimismo, quiero agradecer a los pasantes de Biología Elisa Cabrera L., Rosa Ma. Espinoza G. y José Luis Zavala P. por su participación en el mantenimiento de los organismos en el laboratorio.

Finalmente, deseo hacer un reconocimiento muy especial al Biólogo David Meza Galván por su constante ayuda en la realización y conclusión de este trabajo.

SUMMARY

Prawns of *Macrobrachium americanum* were collected in two specific places of Michoacan and Guerrero states, in Mexico, from December 1985 to February 1988.

The Biometric relationships were accomplished with 176 prawns and the higher correlation coefficient was obtained for the relationship between the total length and the cephalothoracic length (0.968). The potential relationship between the total length and the weight was also obtained.

The fecundity was estimated from 9 females obtaining a potential relationship between the total length and the number of eggs:

$$F = 0.0568 LT^{2.861}$$

Also the lineal relationship between the female weight and their fecundity was obtained. The fecundity results are higher than those of *M. rosenbergii*, *M. tenellum* y *M. acanthurus* and confirm what is showed by other authors. Information about the molting frequency in captivity was obtained from the animals observed in the laboratory. The average of intermolt was 50 days with an increase of length and weight of 0.09 mm and 0.09 g per day, respectively.

The right time for mating after the female molts is important in order to accomplish the eggs fertilization. The mating number was from 4 to 7 times per year.

The native species research increases our knowledge of them and facilitates the starting point of culture.

BIBLIOGRAFÍA

- ACIOLI, C. y J. ANDRADE, 1979. Basic aspects for larvae rearing of *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836) and *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) in Pernambuco, Brazil. Seminar at the Anuenue Fisheries Research Center. Oct. 1979. Honolulu, Hawaii, U.S.A.
- AGUILERA, H. N. y M. ACEVES, G. 1973. Análisis de la carta de suelos del estado de Michoacán. VI Congreso Nacional de Geografía. Uruapan, Michoacán. 9-12 diciembre 1972. 39-44.
- ARANA, M.F., 1974. Experiencias sobre el cultivo del langostino *Macrobrachium americanum* Bate en el noroeste de México. Simposio FAO/Carpas sobre Acuicultura en América Latina. Montevideo, Uruguay. Del 26 de noviembre al 2 de diciembre de 1974.
- BAGENAL, T. B., 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. INBP Hand-

- book No. 3. Blackwell Sci. Pub. England.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.; C. CHÁVEZ y C. MARTÍNEZ, 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 50, Ser. Zoológica (1): 127-152, 7 lams.
- CANTILLO, M., 1978. Desarrollo de los estados larvales del camarón de río *M. americanum*. U.V. Depto. de Biología Cali, Colombia.
- CHÁVEZ, A. Z. y E. A. CHÁVEZ, 1976. Introducción al conocimiento de la biología del langostino (*Macrobrachium carcinum*) (L) en el estado de Veracruz. Memorias del Simposio sobre la Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Son. Del 8 al 13 de agosto de 1976.
- DUGAN, C.C.; R. W. HAGOOD and T.A. FRAKES, 1975. Development of spawning and mass larval rearing techniques for brackish freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* (Decapoda Palaemonidae). Fla. Mar. Res. Pub. No. 12, Fla. Dept. Nat. Res., Mar. Res. Lab., St. Petersburg, 28 pp.
- GASCA, L.J.F.E., 1986. Requerimientos de oxígeno del camarón prieto *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman) a diferentes temperaturas y salinidades. Tesis UNAM, Fac. de Ciencias. México.
- HOLTSCHMIT, K.H. and E. PFEILER, 1984. Effect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae) *Crustaceana* 46 (1). E.J. Brill, Leiden.
- HOLTSCHMIT, K.H., 1988. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. Secretaría de Pesca. FONDEPESCA, Méx. 128 pp.
- KENSLER, C.B.; A. WELLER DE R. y J.M. GRANDE V., 1974. El desarrollo y cultivo del langostino de río en Michoacán y Guerrero, México. Prog. de Invest. y Fom. Pesq. México/PNUD/FAO.
- LING, S.W., 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) *FAO Fisheries reports* 3 (57): 589-606.
- MARTÍNEZ, I.F.R., 1981. Aspectos ecológicos de la reproducción del langostino de río *Macrobrachium americanum* Bate, en el río Armería, estado de Colima, México. Tesis. UNAM México, 74 pp.
- MERCADO, C.J.C., 1988. El cultivo de *Macrobrachium americanum*. Síntesis bibliográfica y experiencias en el centro acuícola El Carrizal, Guerrero. Memorias del Sem. Nal. de Cul. y Comerc. de langostino. FONDEPESCA. Acapulco, Gro. México.
- MONACO, G., 1975. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium americanum* (Bate). *Aquaculture*, 6: 369-375. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- PEBLEES, J.B., 1979. The roles of prior residence and relative size in competition for shelter by the Malaysian prawn *M. rosenbergii*. *F.B.* 76 (4).
- RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, M.C., 1968. Contribución al conocimiento de los palaemonidos de México: III Palaemonidos del Golfo de California. Con notas sobre la biología de *Macrobrachium americanum* Bate. *FAO Fisheries Reports* 2 (57): 373-380.
- Secretaría de Marina, 1975/6. Memoria del levantamiento hidrográfico para la carta O.S.M. 646 del Puerto Lázaro Cárdenas, Mich. 128 pp.
- SMITHERMAN, R.O.; D.D. MOSS and E.L. DÍAZ, 1974. Observations on the biology of *Macrobrachium americanum* Bate from a pond environment in Panama. World Mariculture Society. 5th Meeting. 29-40 pp.

TABLA 1. Número de individuos y proporción sexual de las colectas de *M. americanum*.

No. de colecta	Fecha de colecta	No. total de organismos colectados	No. de machos	No. de hembras
1	DIC. 85	23	8	15
2	FEB. 86	44	18	26
3	DIC. 86	57	39	18
4	FEB. 87	27	9	18
5	JUN. 87	8	2	6
6	SEP. 87	4	1	3
7	FEB. 88	13	8	5
TOTALES		176	85	91

TABLA 2. Medidas morfométricas y fecundidad, estimadas en hembras de *M. americanum*.

Total	Longitud (mm)		Peso (g)		Fecundidad (No. huevos/hembra)
	Patrón	Cefalo-torácica	Hembra	Masa ovígera	
116	101	36	33.5	3.1	45739
124	107	37	40.1	3.4	46960
134	115	41	40.7	5.5	102301
139	123	43	57.5	3.6	58896
164	140	51	98.4	10.5	120260
164	141	50	90.3	9.2	152227
166	143	50	96.8	8.3	106312
Hembras copuladas en el laboratorio					
129	110	38	40.3	5.8	66638
132	115	41	43.9	5.1	63452

TABLA 3. Comparación de fecundidad entre especies.

<i>Especie</i>	<i>Longitud mm</i>	<i>Peso g</i>	<i>No. de huevos promedio por desove</i>	<i>Producción anual de huevos</i>		<i>Autor</i>
<i>M. rosenbergii</i>	180	80	60000 — 115000	3 veces 4 veces	112000	Ling 1969b; Dugan <i>et al.</i> , 1975.
<i>M. acanthurus</i>	80	—	3500		52000	Martínez, <i>et al.</i> , 1977 inédito. Citado en Cabrera-Jiménez, <i>et al</i> 1979.
<i>M. carcinus</i>	—	75	140000 — 210000		1050000	Dobkin, <i>et al.</i> , 1974.
<i>M. americanum</i>	118	24.2	57400		900000	Arana, 1974.
<i>M. tenellum</i>	52	—	1000 — 4500	10 veces 20 veces	69750	Cabrera-Jiménez, 1979.
	107 46 - 74	— —	63531 2000 — 18000			
<i>M. americanum</i>	Min. 116 Max. 164	34 90	46000 152000	4 veces 7 veces 4 veces 7 veces	184000 322000 608000 1064000	El presente trabajo.

TABLA 4. Frecuencia de muda en adultos de *M. americanum*.

Fecha colec.	L.T (mm)		Peso (g)		sexo	Tiempo de intermuda (días)										No. mudas	\bar{x} in- termuda (días)	No. apa- reamien- tos/año		
	Ini.	Fin.	Ini.	Fin.		t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9				t10	
Feb'87	89	105	12.9	28.9	♀	20	24	28	32	23	29							6	27	6
Feb'87	93	92	13.2	11.5	♀	26	108											2	108	
Feb'87	93	111	13.9	20.9	♀	9	42	37	31	30	31							5	34	6
Feb'87	94	112	15.9	23.8	♀	2	35	35										3	35	
Dic'86	96	97	14.8	15.9	♂	18	21											2	21	
Feb'87	96	112	15.7	23.5	♀	19	25	24	51	37								5	34	
Mar'86	97	155	16.0	62.9	♀	10	55	47	32	32	126	42	63	60				9	57	7
Dic'86	99	106	17.9	24.0	♂	15	34	87										3	60	
Feb'87	103	108	17.9	26.8	♀	24	51	24	28									4	34	4
Dic'86	105	101	21.8	24.4	♂	20	37											2	37	
Feb'88	116	138	25.8	43.4	♀	24	43	35	28									4	33	4
Feb'87	121	123	29.9	33.0	♀	21	44											2	44	
Feb'87	123	128	38.3	50.6	♂	2	104	28										3	66	
Feb'87	123	122	31.4	32.5	♀	5	22											2	22	
Dic'86	126	140	34.3	47.8	♀	25	34	30	37	36								5	34	5
Feb'87	126	141	35.5	54.2	♀	21	47	34										3	40	
Dic'86	129	136	40.5	45.6	♀	35	46											2	46	
Feb'87	133	138	44.0	52.2	♀	13	91	25	26									4	47	4
Feb'87	133	136	43.9	41.9	♂	30	24											2	24	
Dic'85	135	169	87.8	85.2	♂	48	60	85	148	24	32							6	70	
Mar'86	143*	148*	64.9	78.5	♀	12	39	33	67	27	32	52	72	38	40	33	11	43	7,5	
Dic'86	154	161	80.8	104.8	♂	4	50	100										3	75	
Feb'88	160	168	86.1	104.5	♂	32	23											2	28	
Feb'87	161	161	80.3	80.0	♀	58	80											2	80	
Dic'86	181	198	159.5	170.5	♂	0	121											2	121	

* Longitud patrón por rostro roto.

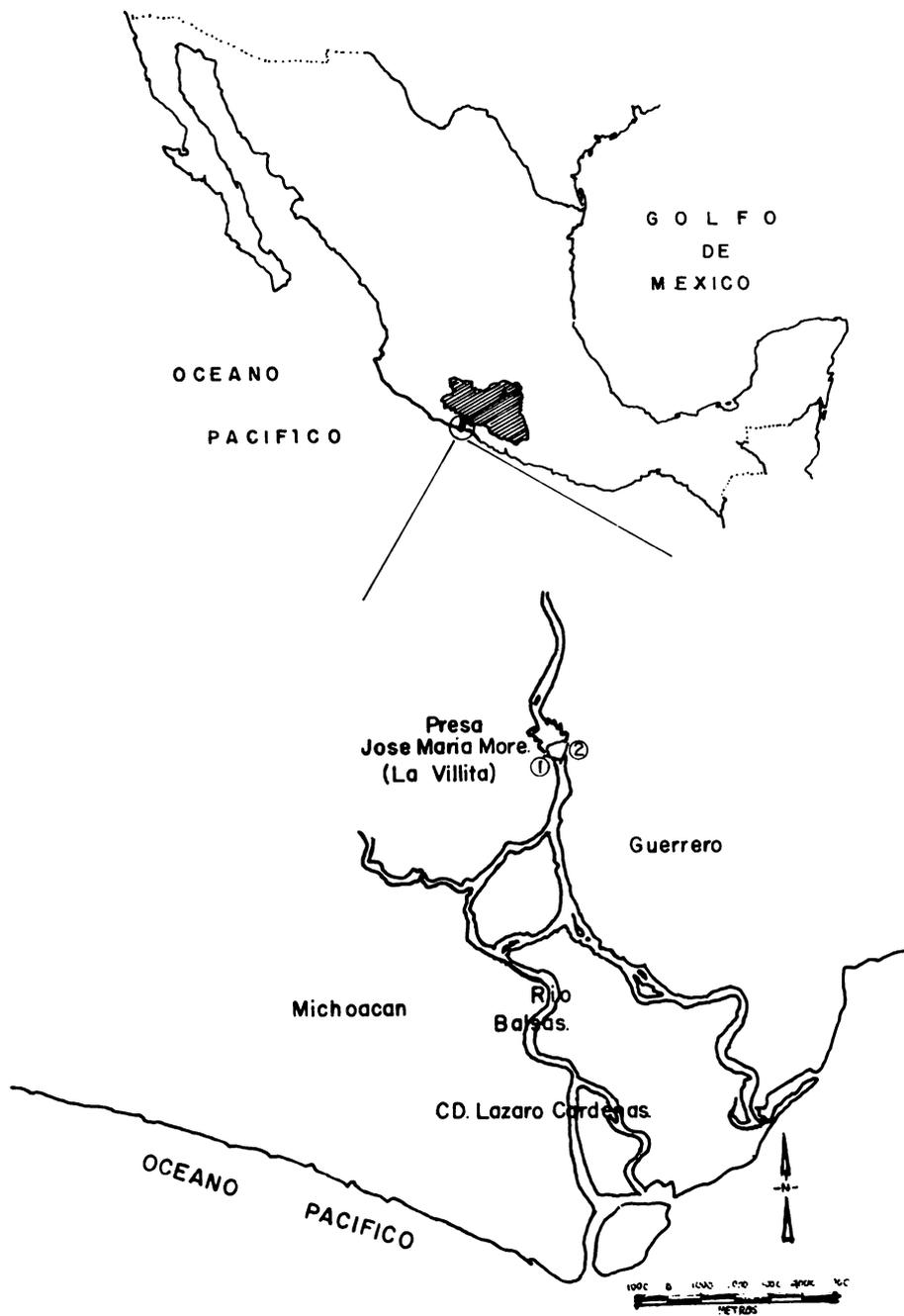


FIG. 1. Localización de los sitios de colecta.

- 1) La Villita, Mich.
- 2) La Planta, Gro.

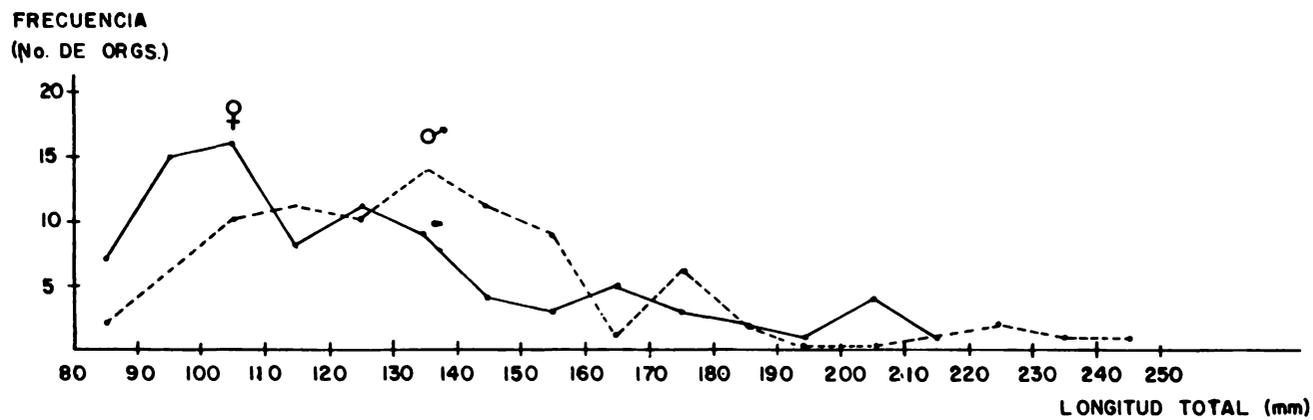


FIG. 2. Distribución de tallas en hembras y machos para el total de las colectas de *M. americanum*.

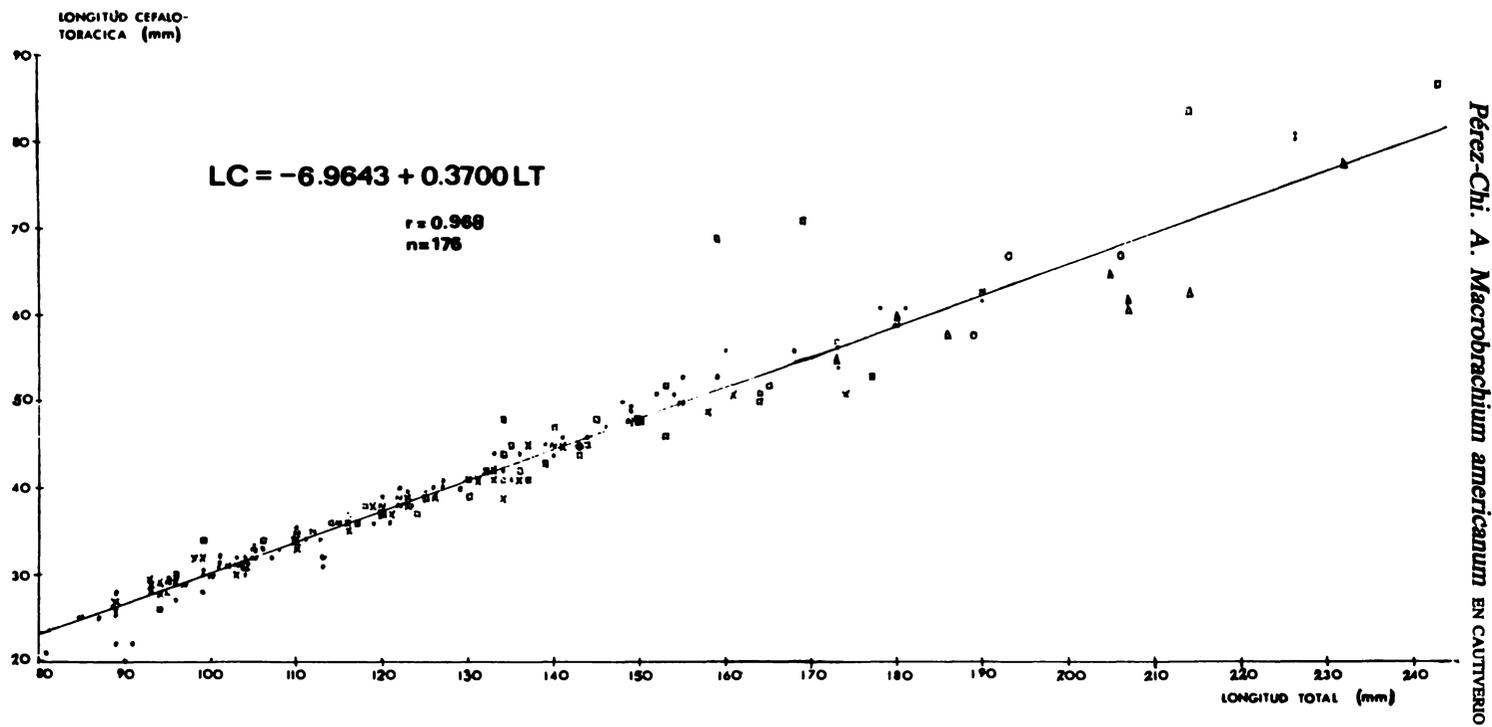
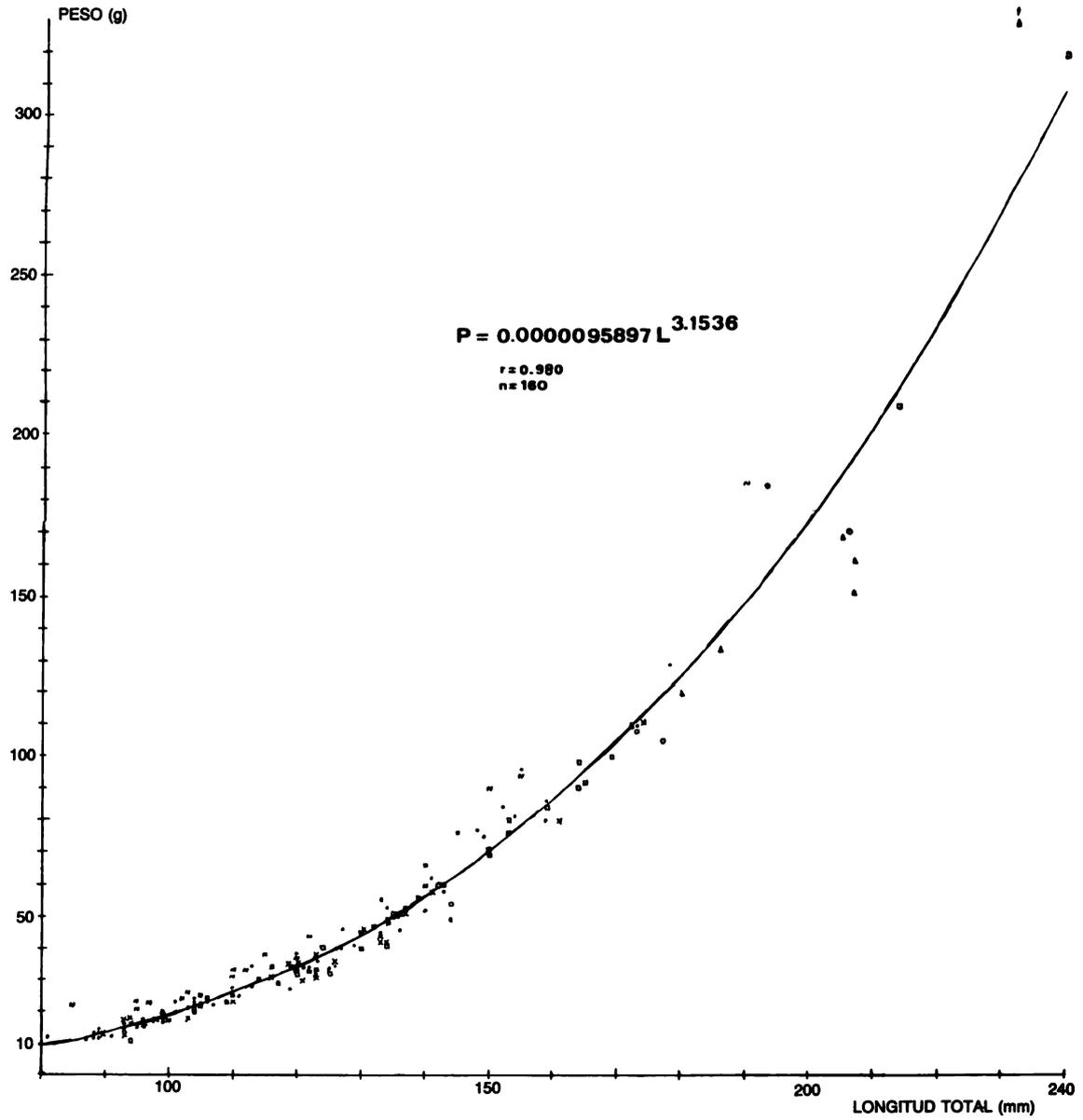


FIG. 3. Relación entre la longitud total y la cefalotorácica de *M. americanum* (muestra total).

FIG. 4. Relación peso-longitud total de *M. americanum*.

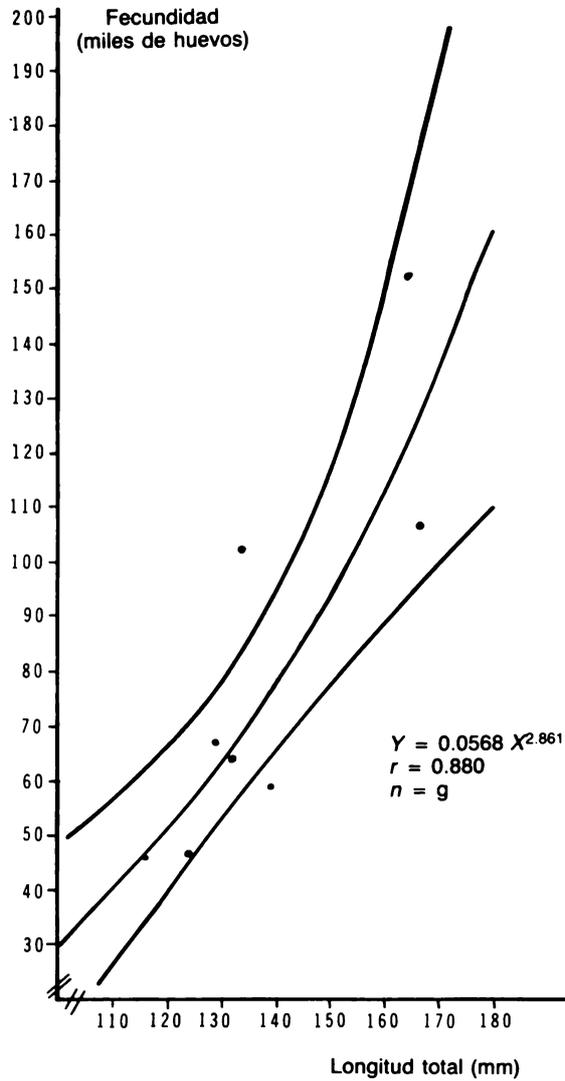


FIG. 5. Fecundidad de hembras de *M. americanum*. Y = Miles de huevos por hembra, X = Longitud total y r = Coeficiente de correlación, n = Número de organismos.

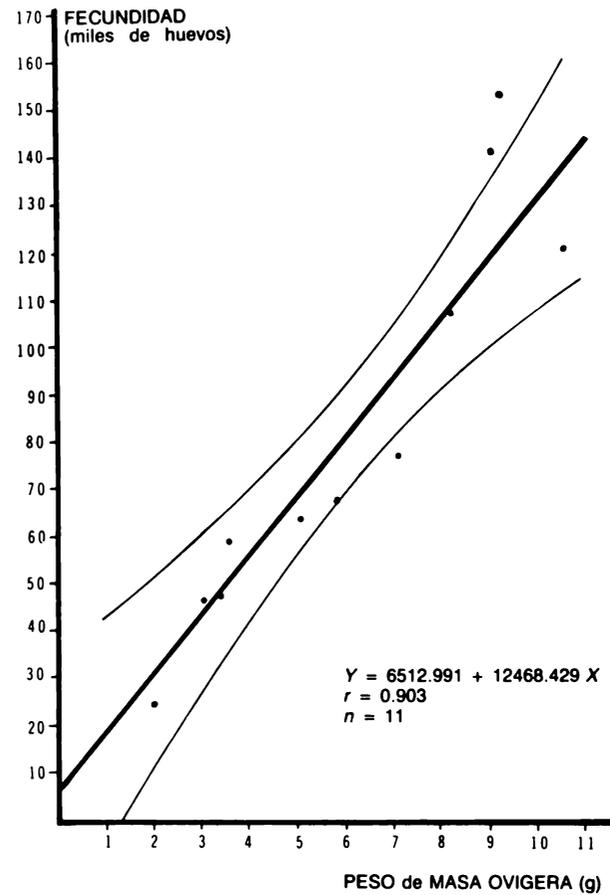
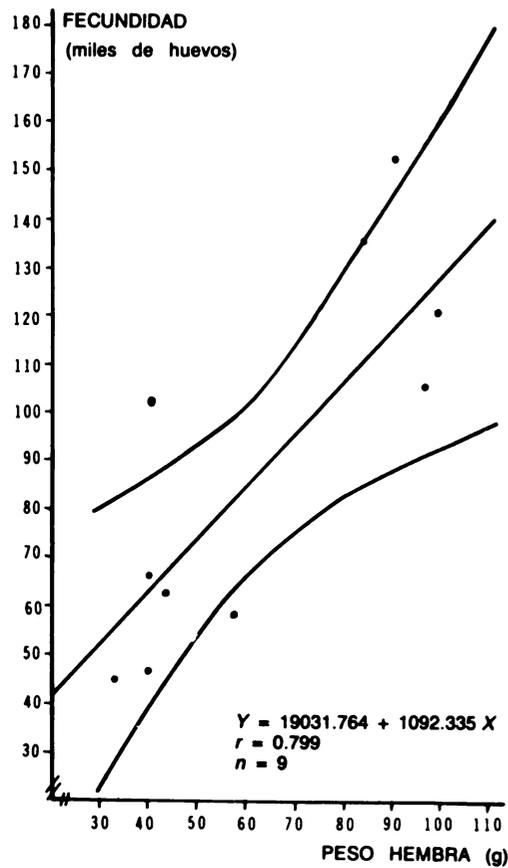


FIG. 6 Y 7. Fecundidad de hembras de *M. americanum*. Y = Miles de huevos por hembra, X = peso de la hembra o peso de la masa ovígera, r = Coeficiente de correlación y n = Número de organismos.

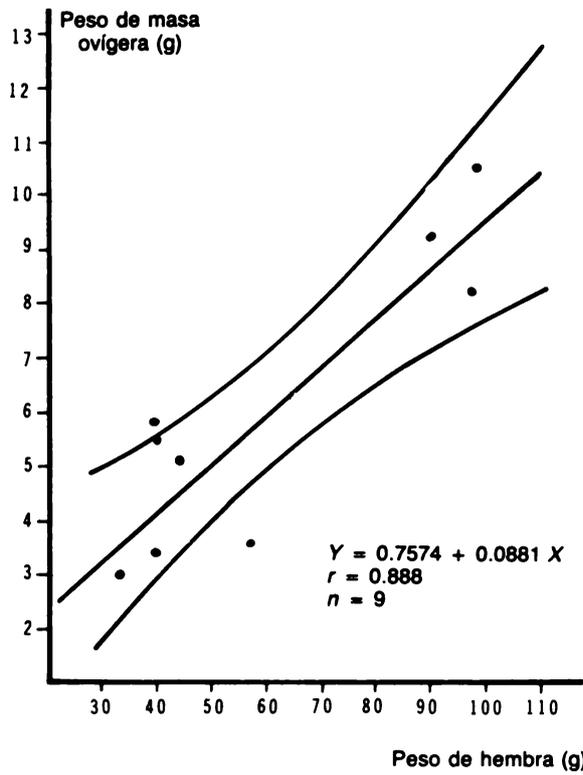


FIG. 8. Relación entre el peso de la hembra y de su masa ovígera de *M. americanum*. Y = Peso de la masa ovígera, X = Peso de la hembra, r = Coeficiente de correlación y n = Número de organismos.