
REPRODUCCIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL

DEL CAMARÓN DE RÍO *Macrobrachium carcinus* (L.)

Carlos A. Moreno, César A. Graziani* y Tomás J. Orta

RESUMEN

La reproducción del camarón de río *Macrobrachium carcinus* se realizó, en el laboratorio, por cópula natural y por inseminación artificial. Los espermatóforos se obtuvieron aplicando estímulos eléctricos entre 3,0 a 7,5 voltios en la base del quinto par de pereiópodos del macho. Se realizaron 45 cruces naturales y 39 por inseminación artificial. Independientemente del tipo de cruce, las hembras desovaron alrededor de 20 horas después del apareamiento y el proceso de desova duró aproximadamente entre 25 y 30 minutos. Se determinó la

duración del desarrollo embrionario (tiempo de incubación de los huevos) y el número de larvas nacidas por hembra. Del total de cruces naturales realizados, en 26 (57,78%) hubo producción larval, obteniéndose un promedio de 39.883 larvas/hembra; mientras que con los cruces artificiales se obtuvo una producción de 31.260 larvas/hembra en 16 cruces (41,03%). Tanto el tiempo de incubación de huevos como la producción larval no fueron afectados por el tipo de cruce realizado.

SUMMARY

In the laboratory the reproduction of the river shrimp *Macrobrachium carcinus* was undertaken by natural copulation and artificial insemination. The spermatophore were obtained by applying electrical stimuli from 3.0 to 7.5 volts in the base of the fifth pair of pereopods in the male. 45 natural crossings and 39 by artificial insemination were undertaken. Independently of the type of crossing, the females spawned about 20 hours after mating and spawning lasted between 25 and 30 min-

utes. The duration of the embryonic development (time of egg hatch) and the number of larvae hatched by females was determined. Larval production occurred in 26 (57.78%) of the total number of natural crossings, with an average of 39,883 larvae/female; while with the artificial crossings a production of 31,260 larvae/female in 16 crossings (41.03%) was obtained. Neither the time to egg hatching nor larval production were affected by the type of crossing.

RESUMO

A reprodução do camarão de rio *Macrobrachium carcinus* se realizou, em laboratório, por cópula natural e por inseminação artificial. Os espermatóforos foram conseguidos mediante aplicação de estímulos elétricos entre 3,0 e 7,5 volts na base do quinto par de pereiópodos do macho. Foram realizados 45 cruzamentos naturais e 39 por inseminação artificial. Independientemente do tipo de cruzamento, as fêmeas desovaram em aproximadamente 20 horas depois do emparelhamento e o processo de desova durou cerca de 25 e 30 minutos. Determi-

nou-se a duração do desenvolvimento embrionário (tempo de incubação dos ovos) e o número de larvas nascidas por fêmea. Do total de cruzamentos naturais realizados, em 26 (57,78%) houve produção de larvas, conseguindo-se uma média de 39.883 larvas/fêmea; entretanto, com os cruzamentos artificiais se obteve uma produção de 31.260 larvas/fêmea em 16 cruzamentos (41,03%). É importante assinalar também, que tanto o tempo de incubação dos ovos como a produção de larvas não se viram afetados pelo tipo de cruzamento realizado.

Introducción

La acuicultura en Venezuela es una actividad reciente, la cual no ha experimentado un verdadero desarrollo con especies nativas, a excepción de la cachama (*Colossoma macropomum*) o el híbrido entre ésta y el morocoto (*Piaractus brachipomus*), quienes ya se encuentran soportando pro-

ducciones a nivel comercial, con una proyección en aumento (SARPA, 1996). Actualmente la acuicultura es principalmente soportada por especies exóticas pertenecientes a los grupos de trucha, tilapias y camarones peneidos (Jory *et al.*, 1999).

Con respecto a los camarones de agua dulce, en Venezuela el camarón de río gigante

Macrobrachium rosenbergii fue introducido en 1980, es originario del Sur y Sureste del Asia, norte de Oceanía y varias islas del Pacífico (Pereira *et al.*, 1996). El cultivo de esta especie ha tenido un relativo éxito en diversos países a lo largo del continente americano (Noriega y Vera, 1979; New y Singolka, 1984; New, 1990). Sin embargo, aunque en Vene-

zuela se establecieron, entre los años 1988 y 1996, empresas con producciones comerciales, actualmente no se está cultivando (SARPA, 1996; Jory *et al.*, 1999).

Los camarones de agua dulce pertenecientes al género *Macrobrachium* son ubicados en la familia Palaemonidae. En este género se encuentran las especies que alcanzan las

PALABRAS CLAVE / *Macrobrachium carcinus* / Reproducción / Inseminación artificial / Electroeyaculación /

Laboratorio de Camarones Dulceacuícolas, Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Uni-

versidad de Oriente, Apdo. 245, Cumaná, Edo. Sucre-Venezuela. e-mail: cgrazian@ci.udo.edu.ve

* Autor de correspondencia

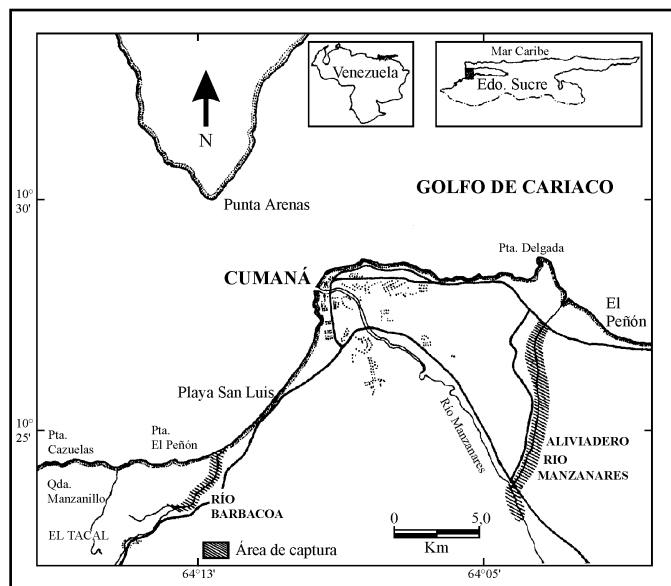


Figura 1.- Localización geográfica del área de captura de *M. carcinus*.

mayores tallas, razón por la cual poseen importancia comercial en muchos países del mundo. Se han citado alrededor de 100 especies pertenecientes a este género, localizándose una cuarta parte de ellas en las Américas (New y Singholka, 1984). En Venezuela se conoce la existencia de diecisiete especies (Pereira, 1985; 1986; 1991), de las cuales *M. carcinus* es la que alcanza el mayor tamaño y ha sido considerada como la de mayor potencial para cultivo (Holthuis y Rosa, 1965).

M. carcinus se distribuye en las cuencas fluviales orientales de América, desde Florida hasta Brasil meridional, incluyendo muchas islas del Caribe (Holthuis, 1952). En Venezuela habita en numerosos ríos litorales, donde llega a alcanzar longitudes de 25 cm y 360 g de peso, siendo muy apreciado por pescadores artesanales (Graziani *et al.*, 1993). A pesar de ello, su cultivo no ha podido ser desarrollado, ya que posee un período larval muy prolongado (45-90 días), así como una marcada agresividad de sus larvas, juveniles y adultos (Pereira y de Pereira, 1982), siendo éstas las limitantes principales para el establecimiento de su cultivo. En este sentido, Graziani (1987) sugirió realizar selección genética

de ejemplares menos agresivos de *M. carcinus*, como vía que posibilite su utilización en acuicultura.

El desarrollo de técnicas para realizar inseminación artificial ofrece promisorias oportunidades para intentar el mejoramiento genético por hibridación en crustáceos (Hedgcock, 1987; Pérez y Beaumont, 1990). Esta técnica ha sido utilizada para incrementar la producción larval en camarones peneidos (Bray *et al.*, 1982; Azuaje y Chung, 1992) y ha sido desarrollada para algunas especies de camarones de agua dulce pertenecientes al género *Macrobrachium* (Sandifer y Smith, 1979; Sandifer y Lynn, 1980; Harris y Sandifer, 1986). En vista de ello, el presente estudio plantea evaluar la aplicación de esta técnica, comparando su efecto en la duración del desarrollo embrionario y la producción larvaria en *M. carcinus*.

Materiales y Métodos

Colecta y Mantenimiento de Reproductores

La captura de los reproductores de *M. carcinus*, se realizó en diferentes lugares de los ríos Manzanares y Barbacoa del Estado Sucre, Vene-

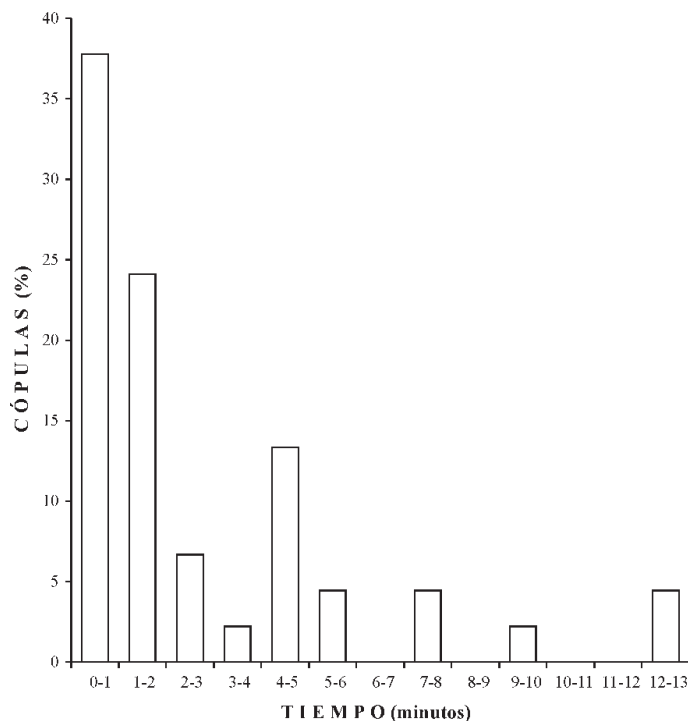


Figura 2.- Rangos de tiempo requeridos por *M. carcinus* para realizar el cortejo o apareamiento.

zuela (Figura 1), siendo trasladados al Laboratorio de Camarones Dulceacuícolas de la Universidad de Oriente, donde fueron seleccionados, para su reproducción, según su talla (medidos desde el ápice del rostro hasta el final del telson) y sexo, manteniéndose por separado en acuarios de

vidrio de 113 l de capacidad y un área de fondo de 0,28 m². Para no perturbar los organismos, las paredes de los acuarios se mantuvieron cubiertas con tela negra. La temperatura se mantuvo en 27±2°C y la alimentación consistió de una ración diaria de camaronarina granulada

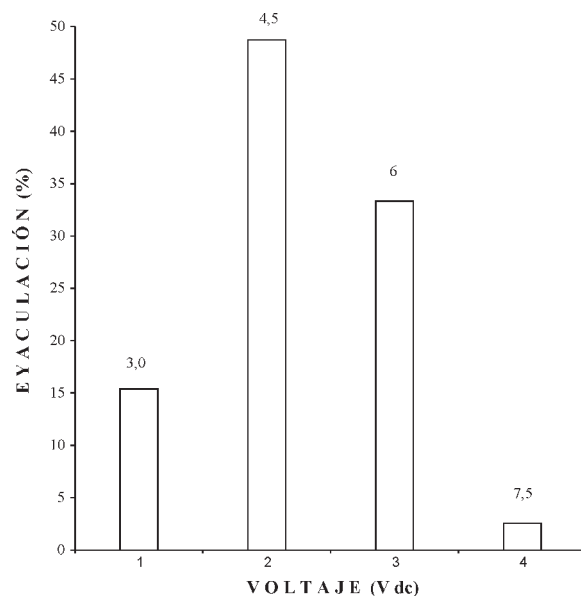


Figura 3.- Porcentaje de éxito en la extracción del espermatóforo, utilizando distintas intensidades de voltaje, en *M. carcinus*.

seca (Purina K-marón 35®), equivalente al 5% del peso húmedo corporal de cada individuo (Graziani *et al.*, 1993). Para controlar la calidad del agua, diariamente se sifonearon los restos de heces y de alimento no ingerido, extrayendo en este proceso 1/3 del volumen total de agua, la cual fue repuesta con agua previamente filtrada y aireada durante 24 horas con el objeto de eliminar el contenido de cloro.

Cruce Natural y Artificial

Finalizado el proceso de muda en las hembras, estado necesario para la fecundación, se verificó si estaban gonadalmente maduras. En dicho caso, cada hembra se trasladó a un acuario con un macho para que ocurriese el "cruce natural", realizándose observaciones del apareamiento y desove.

Para el "cruce artificial", cada hembra fue inseminada artificialmente, colocándole el espermatóforo en el receptáculo espermático. Los espermatóforos se obtuvieron mediante la técnica de electroeyaculación (Sandifer y Lynn, 1980), aplicando un choque de 3,0 V dc en la base del quinto par de pereopodos. De no lograrse la expulsión, el estímulo eléctrico fue repetido incrementando progresivamente la intensidad a 4,5; 6,0 y 7,5 V hasta lograr su expulsión. Inseminada la hembra, fue aislada en un acuario con 120 l de agua y área de fondo de 0,47 m², destinado para el desove y el período de incubación de los huevos.

Eclosión y Contaje de Larvas Nacidas por Hembras

Al ocurrir la eclosión de los huevos, las hembras fueron regresadas a su acuario original. Toda el agua del acuario, donde ocurrió la eclosión, se hizo pasar por un tamiz de 35 µm. Las larvas recolectadas fueron transferidas a un envase plástico con 5 l de agua, de donde se tomaron cuatro alícuotas de 5

ml, para contabilizar el número de larvas vivas y muertas.

Con la finalidad de determinar el efecto de la inseminación artificial en la reproducción de *M. carcinus*, los resultados obtenidos de los cruces naturales y artificiales fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1984).

Resultados

Cruces Naturales y Artificiales

Se realizaron 45 cruces naturales, observándose que la mayoría de las cópulas (88,88%) se efectuaron antes de los seis minutos de haber introducido la hembra en el

acuario con el macho, el restante 11,12% ocurrió después de seis y antes de trece minutos (Figura 2).

Para efectuar los 39 cruces artificiales, se realizaron igual número de electroeyaculaciones. En 6 camarones fue suficiente aplicar un choque de 3,0 V dc para lograr la extracción de los espermatóforos; en 19 se obtuvieron a 4,5 V; en 13 fue necesario incrementar la intensidad a 6,0 V y sólo en un individuo hubo que recurrir a 7,5 V (Figura 3).

En algunos machos que habían sido electroeyaculados seguidamente, se observó que disminuyó el tamaño del espermatóforo. En uno de ellos, que fue diariamente electroeya-

TABLA I
COMPARACIÓN DE LA DURACIÓN DEL DESARROLLO EMBRIONARIO EN *M. carcinus*, CON CRUCES INTRAESPECÍFICOS NATURALES Y ARTIFICIALES

Tipo de cruce	N	\bar{X}	Recorrido	S	S \bar{x}	KS
NATURAL	24	20,08	14-24	2,620	0,535	0,904 ns
ARTIFICIAL	16	20,25	15-26	3,396	0,849	

N: número de cruces con éxito de producción larval, \bar{X} : promedio para los días de incubación, S: desviación estándar, S \bar{x} : error, KS: valor experimental de la prueba Kolmogorov-Smirnov, P > 0,05.

culado, se provocó esterilidad temporal, funcionalidad que sólo fue recuperada después de haber transcurrido dos mudas.

Desove e Incubación de Huevos

Independientemente del tipo de cruce realizado, el desove

Eclosión y Producción Larval

Todas las eclosiones ocurrieron durante la noche y siempre fueron precedidas en la tarde por un aumento de la frecuencia con que las hembras abanicaban los pleópodos. En ciertas ocasiones se obser-

TABLA II
PARÁMETROS BIOMÉTRICOS Y REPRODUCTIVOS DE *M. carcinus*.

Tipo de cruce	N	Long. (cm) (recorrido)	P (g) (recorrido)	PL	% E	$\bar{X}L$ (recorrido)	% LV
NATURAL	45	13,61 (8,9-15,5)	56,37 (13,85-87,64)	26	57,78	39.883 (11.800-177.000)	78,90
ARTIFICIAL	39	13,25 (9,0-16,0)	51,59 (15,85-83,28)	16	41,03	31.260 (7.016-131.400)	82,03

N: número de cruces realizados, Long.: longitud corporal de las hembras, P: peso húmedo de las hembras, PL: casos de producción larval, % E: porcentaje de éxito en producción larval, $\bar{X}L$: promedio total de larvas producidas por hembra, % LV: porcentaje de larvas vivas.

se inició entre 12 y 20 horas después de ocurrida la cópula y duró alrededor de 25 a 30 minutos. La duración del período de incubación de los huevos, con los cruces naturales osciló entre 14 y 24 días; mientras que con los cruces artificiales varió entre 15 y 26 días. La prueba estadística no mostró diferencias significativas (KS = 0,904; p > 0,05) (Tabla I). Muchos desarrollos embrionarios no llegaron a término, ocurriendo abortos en 42,22% de los cruces naturales y en el 58,97% de los cruces artificiales. La prueba estadística no determinó diferencias entre cruces (KS = 1,232; p > 0,05).

varon algunas larvas en la tarde, lo que era signo evidente del inicio de la eclosión.

De los 45 cruces naturales realizados, el 57,78% logró desarrollarse hasta la eclosión, obteniéndose un promedio de 39.883 larvas/hembra, de las cuales 78,90% fueron larvas vivas. Por su parte, de 39 cruces artificiales realizados, el 41,03% logró llegar a término, con una producción promedio de 31.260 larvas/hembra, siendo el porcentaje de larvas vivas de 82,03% (Tabla II). Las pruebas estadísticas no mostraron diferencias entre las larvas totales/hembra (KS = 1,044; p > 0,05), ni entre el número de larvas vivas/hembra (KS = 0,787; p > 0,05) obtenidas con

Discusión

Las observaciones realizadas en los procesos de apareamiento y desove en *M. carcinus*, coinciden con lo señalado para esta especie por Graziani *et al.* (1993). El tiempo para que tarda el macho para aparearse con la hembra es muy breve (todas las cópulas ocurrieron entre 1 y 13 minutos), si se compara con *M. rosenbergii*, donde toma entre 1 y 7 horas (Moreno, 1997).

El desove se produjo entre 12 y 20 horas después de ocurrida la cópula, lo que coincide con los tiempos señalados por Graziani *et al.* (1993) para esta misma especie y por Ling (1969) y Sandifer y Lynn (1980) para *M. rosenbergii*. El tiempo entre el apareamiento y el desove puede variar inter e intraespecíficamente, pudiendo ser influenciado, entre otros factores, por la temperatura y el estrés al que ha estado expuesta la hembra. A este respecto, Sandifer y Smith (1979) y Sagi y Ra'anan (1985) señalan que las hembras que son frecuentemente manipuladas pueden posponer el desove e incluso reabsorber completamente el ovario.

Electroeyaculación

Para provocar la expulsión de los espermatozoides en *M. carcinus* se utilizó entre 3,0 y 7,5 V dc, voltajes similares a los ensayados por Sandifer y Lynn (1980), quienes señalaron que para obtener los espermatozoides en *M. rosenbergii*, especie de talla similar a la de *M. carcinus*, utilizaron entre 5,0 y 6,0 V; mientras que para *Palaemonetes pugio* y *P. vulgaris*, especies de menor talla, aplicaron un estímulo eléctrico de 2,0 V. Por su parte, Graziani *et al.* (1998) informan que para *M. jelskii*, especie de talla parecida a la de *P. pugio* y *P. vulgaris*, la aplicación de 3,0 V fue suficiente para extraer los espermatozoides en el 100% de los intentos. Esto parece indicar

TABLA III
COMPARACIÓN DEL NÚMERO LARVAS EN *M. carcinus*, PROVENIENTES DE CRUCES INTRAESPECÍFICOS NATURALES Y ARTIFICIALES

Variable	Tipo de cruce	N	\bar{X}	Recorrido	S	S \bar{x}	KS
Larvas total	NATURAL	26	39.883	11.800-177.000	31.877,11	6.251,61	1,044 ns
	ARTIFICIAL	16	31.260	7.016-131.400	31.480,36	7.870,09	
Larvas vivas	NATURAL	26	31.468	5.297-136.500	26.296,13	5.157,10	0,787 ns
	ARTIFICIAL	16	25.641	6.185-111.700	25.862,20	6.465,55	

N: número de cruces con éxito de producción larval, \bar{X} : promedio del número de larvas, S: desviación estándar, S \bar{x} : error, KS: valor experimental de la Prueba Kolmogorov-Smirnov, P > 0,05.

que el voltaje necesario para provocar la expulsión de los espermatozoides varía no sólo entre especies, sino también en una misma especie, pareciendo jugar papel importante la talla del macho y el tiempo que lleva sin aparearse.

En algunos ejemplares de *M. carcinus* se observaron marcas de quemaduras en las coxas de los últimos pereiópodos y reducción progresiva del tamaño de los espermatozoides. Adicionalmente, la incapacidad de expulsar espermatozoides provocada a un macho diariamente electroeyaculado, que sólo pudo recobrar su capacidad reproductiva después de haber pasado por dos mudas, indicaría que los choques eléctricos frecuentes pudieran llegar a ocasionar esterilidad por daños irreversibles en el aparato reproductivo. Harris y Sandifer (1986) ensayaron la inseminación artificial intraespecífica en *M. rosenbergii*, con espermatozoides obtenidos a 4,0 V y a diferentes intervalos de tiempo, encontrando que el porcentaje de huevos fertilizados disminuyó ligeramente cuando la electroeyaculación se realizó a intervalos menores de 24 horas, pero sin encontrar diferencias significativas entre el número de larvas producidas artificial y naturalmente.

Incubación de Huevos

La duración del período de incubación de los huevos en *M. carcinus*, con los cruces artificiales y naturales, fueron similares a los referidos para la misma especie por Graziani (1987), quien señala que a temperatura controlada de 26

$\pm 1^\circ\text{C}$ el período de incubación varió entre 19 y 22 días. Ling (1969) indica que el período de incubación de los huevos, en hembras de *M. rosenbergii* copuladas naturalmente en el laboratorio, fue de 19 días a temperaturas entre 26 y 28°C, en tanto que Sandifer y Smith (1979) señalan que con inseminación artificial varió entre 19 y 22 días, sin indicar la temperatura a la que se realizó la experiencia.

La duración del período de incubación es característico de cada especie, aunque suele ser afectada por los factores ambientales, principalmente la temperatura (Graziani *et al.*, 1993). Clara evidencia del efecto de la temperatura, en la duración del período de incubación de los huevos, se observa en el trabajo de Guest (1979), quien determinó que en *M. amazonicum* fue de 12 a 15 días a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y de 19 a 24 días a $24 \pm 1^\circ\text{C}$.

El elevado número de abortos ocurridos tanto con cruces naturales como artificiales, posiblemente fue ocasionado por la constante manipulación a la que fueron sometidas las hembras, al tomar muestras de huevos para estudiar su evolución. A este respecto, Graziani *et al.* (1998) señalaron que la manipulación de los ejemplares puede causar la pérdida de ápndices y huevos, ocasionándose un estrés que frecuentemente conduce a que la hembra remueva el resto de la masa ovígera.

Producción Larval

La producción máxima de larvas vivas obtenida en este

ensayo para *M. carcinus*, tanto con cruces naturales como artificiales, son similares a las obtenidas por el grupo Indereña-Misión China (1978), quien señala producciones entre 10.000 y 100.000 larvas, y por Dobkin *et al.* (1974) que obtuvieron producciones de 70.000 larvas/hembra, mientras que son superiores a las obtenidas por Graziani *et al.* (1993) quienes señalaron producciones máximas de 45.000 larvas. New y Singholka (1984) informan que el número de huevos puestos por *M. rosenbergii* depende de la edad de la hembra. En este sentido, los diferentes valores reportados por distintos autores para hembras de *M. carcinus* de talla similar, parecen indicar que esta relación no es siempre directamente proporcional. Graziani *et al.* (1993) señalan haber observado en el laboratorio hembras de *M. carcinus* que desovaron hasta cuatro veces en tres meses, disminuyendo el número de huevos puestos con los desoves sucesivos. Al comparar la producción larval de *M. carcinus* con respecto a la de las dos especies que alcanzan las mayores tallas y consideradas como las de mayor fecundidad (*M. rosenbergii* y *M. americanum*), se observa que son similares (Tabla IV).

Conclusiones

Se determinó que las técnicas de electroeyaculación e inseminación artificial no tuvieron efecto alguno ni en la duración del desarrollo embrionario ni en la producción

TABLA IV
LARVAS VIVAS DE *M. carcinus*, OBTENIDAS
CON CRUCES INTRAESPECÍFICOS NATURALES Y
ARTIFICIALES, COMPARADA CON LAS SEÑALADAS
POR OTROS AUTORES.

Especie	Long. hembras (cm)	Nº larvas (Natural)	Nº larvas (Artificial)	Referencias
<i>M. carcinus</i>	10-20	70.000		Dobkin <i>et al.</i> , 1974
	10-15	50.000		Dugan <i>et al.</i> , 1975
	11-15	47.000*		Inderena-Misión China, 1978
	-	23.000		Pereira y de Pereira, 1982
	10-22	53.764		Lobao <i>et al.</i> , 1985
<i>M. rosenbergii</i>	10-15	27.000*		Graziani <i>et al.</i> , 1993
	9-16	31.468*		Este trabajo
	9-16		25.641*	Este trabajo
	18	80.000		Ling, 1969
<i>M. americanum</i>	10-15	15.000		Dugan <i>et al.</i> , 1975
	-	35.000	38.000*	Hagood y Willis, 1976
	13-18	80.000		Sandifer y Smith, 1979
<i>M. americanum</i>	12,5	80.000		Monaco, 1975

* Producción media.

larvaria de *Macrobrachium carcinus*. Igualmente se constató la necesidad de optimizar la técnica de electroeyacuación, para distintas especies y tallas, a fin de evitar o minimizar efectos indeseables en la capacidad reproductiva de los machos.

AGRADECIMIENTOS

Al CONICIT (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas) y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por haber financiado parcialmente esta investigación. A César Lodeiros, Baumar Marín y Elvis Villarroel, por la lectura crítica del manuscrito, así como a los árbitros anónimos de la revista *Interiencia* por sus valiosas correcciones y sugerencias.

REFERENCIAS

Azuaje O, Chung K (1992) Reproducción experimental en el camarón blanco (*Penaeus schmitti*) de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. de Oriente*, 31 (1 y 2): 5-15.

Bray W, Chamberlain G, Lawrence A. (1982) Increased larval production of *Penaeus setiferus* by artificial insemination dur-

ing sourcing cruises. *J. World Maricul. Soc.*, 13: 123-133.

Dobkin S, Azzinaro W, Van Mont Frans J (1974) Culture of *Macrobrachium acanthurus* and *M. carcinus* with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimp. *Proc. World. Maricul. Soc.*, 5: 51-62.

Dugan C, Hagood R, Frakes T (1975) Development of spawning and mass larval rearing techniques for brackish-freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Florida Mar. Res. Publ.*, 12: 28 pp.

Graziani C (1987) Contribución al cultivo del camarón de río *Macrobrachium carcinus* L. (Decapoda: Palaemonidae). Tesis de Maestría, Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente. 47 p.

Graziani C, Moreno C, Orta T (1998) Efecto de la inseminación natural y artificial en la reproducción de *Macrobrachium jelskii* (Miers) (Decapoda: Palaemonidae). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 37 (1&2).

Graziani C, Chung K, De Donato M (1993) Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carcinus* (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 41 (3): 657-665.

Guest W (1979) Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda: Palaemonidae). *Crustaceana*, 37: 141-152.

Hagood R, Willis S (1976) Cost comparisons of rearing larvae of freshwater shrimp, *Macrobrachium acanthurus* and *M. rosenbergii*, to juveniles. *Aquaculture*, 7: 59-74.

Harris S, Sandifer P (1986) Sperm production and the effects of electrically induced spermatophore expulsion in the prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *J. Crust. Biol.*, 6 (4): 633-647.

Hedgecock D (1987) Interspecific hybridization of economically important crustaceans. *Proc. World. Symp. Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture*, 2: 61-69.

Holthuis L (1952) A general revision of Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. 2. The subfamily Palaemonidae. *Atlan. Hancock Found. Publ. Occ. Pap.*, 12: 1-396.

Holthuis L, Rosa H (1965) List of species of shrimps and prawns of economic value. *FAO. Fish. Tec. Paper*, (52): 21 p.

Inderena-Misión China (1978) Obtención de estadios larvales y post-larvales del camarón de agua dulce *Macrobrachium carcinus* (L.) en el laboratorio. En: *Proyecto para el desarrollo de la acuicultura marina. INDERENA - República de China*, 1 (2): 25 p.

Jory D, Cabrera T, Polanco B, Millán J, Rosas J, García E, Sánchez R, Useche M, Agudo R, Alceste C (1999) Aquaculture in Venezuela: Current status and perspectives. *World Aquaculture*, 30 (3): 20-29, 62-67.

Ling S (1969) The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fish. Rep.*, 3 (57): 589-606.

Lobao V, Valenti W, De Mello J (1985) Fecundidad em *Macrobrachium carcinus* (L.) do Rio Ribeira de Iguape. *B. Inst. Pesca.*, 12 (3): 8 pp.

Monaco G (1975) Laboratory rearing of larvae of palaemonid shrimp *Macrobrachium americanum* (Bate). *Aquaculture*, 6: 368-375.

Moreno C (1997) Inseminación artificial y ensayos de hibridación en camarones de río del género *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda: Palaemonidae). Tesis de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 85 p.

New M. (1990) Freshwater prawn culture: a review. *Aquaculture*, 88: 99-143.

New M, Singholka S (1984) Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO, Doc. Tec. Pesca*, (225): 118 p.

Noriega P, Vera J (1979) *A regional survey of the aquaculture sector in Latin America*. Aquaculture and Development Program, United Nations development Program (UNDP) and Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, Italy. ADCP/REP/89/39: 80 pp.

Pereira G (1985) Freshwater shrimps from Venezuela. III: *Macrobrachium quelchi* (De Man) and *Euryrhynchus pemoni*, N. Sp.; (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from la Gran Sabana. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 98 (3): 615-621.

Pereira G (1986) Freshwater shrimps from Venezuela. I. Seven new species of Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 99: 128-213.

Pereira G (1991) Camarones de agua dulce de Venezuela. II. Nuevas adiciones en las familias Atyidae y Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Caridea). *Acta Biol. Venez.*, 13 (1-2): 75-88.

Pereira G, Egáñez H, Monente J (1996) Primer reporte de una población silvestre, reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) en Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, 16 (3): 93-95.

Pereira G, de Pereira M (1982) El camarón gigante de nuestros ríos (*Macrobrachium carcinus*). *Natura*, 72: 22-24.

Pérez J, Beaumont A (1990) Mejoramiento genético en Acuicultura. *Red Reg. de Acuicul.*, 4 (2): 3-13.

Sagi A, Ra'anán Z (1985) Rapid identification of reproductive state and the receptive period of females in pond populations of *Macrobrachium rosenbergii*, a new technique. *Aquaculture*, 48: 361-367.

Sandifer P, Lynn J (1980) Artificial insemination of Caridean Shrimp. En: WH Clark, TS Adams (Eds.) *Recent advances in invertebrate reproduction*. Elsevier North Holland, Inc. pp: 271-288.

Sandifer P, Smith T (1979) A method for artificial insemination of *Macrobrachium* prawns and its potential use inheritance and hybridization studies. *Proc. World. Maricul. Soc.*, 10: 403-418.

SARPA. (1996) *Estadísticas del subsector pesquero y acuícola de Venezuela, 1990-1995*. Ministerio de Agricultura y Cría, Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas, Np.

Zar JH (1984) *Biostatistical analysis*. Pentice Hall, Englewoods Cliff, N.J. 699 pp.