

EFFECTO DE LA INSEMINACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL EN LA REPRODUCCIÓN DE *MACROBRACHIUM JELSKII* (MIERS) (DECAPODA: PALAEMONIDAE)

CÉSAR A. GRAZIANI P., CARLOS A. MORENO M., & TÓMAS J. ORTA M.

Dpto. de Biología, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná, Venezuela.

RESUMEN: En el presente estudio se comparan huevos y larvas del camarón de río, *Macrobrachium jelskii*, obtenidos mediante cópulas naturales e inseminación artificial. La técnica de estimulación eléctrica fue usada para la extracción de los espermatóforos. La inseminación artificial no afectó el número de huevos, la duración del desarrollo embrionario, ni la talla y peso de las larvas obtenidas; sin embargo, el número de larvas producidas disminuyó. Al mismo tiempo, se discuten observaciones de algunos aspectos biológicos y reproductivos de esta especie.

ABSTRACT: In this work, we compare eggs and larvae from the fresh water prawn *Macrobrachium jelskii*, obtained by natural copulation and by artificial insemination. The technique of electrical stimulation was used to obtain the spermatophores. Artificial insemination did not affect the number of egg laid, the length of embryonic development, nor larval size and weight. However, there was a decrease in the number of larvae produced. At the same time, observations of some reproductive and biological aspects of this specie are discussed.

INTRODUCCIÓN

El máximo aprovechamiento de los recursos acuáticos no puede estar sustentado sólo en el producto de la explotación racional de la pesca, sino también en el cultivo, cría y mejoramiento genético de las especies de interés comercial (BAUTISTA, 1988).

El cultivo del camarón ha basado su éxito en la inducción a la maduración gonadal, desove y posterior desarrollo en cautiverio, lo que ha permitido independizarse de las fluctuaciones estacionales en la obtención de hembras ovadas (BUTRAGO, 1989). Esto, junto con la reciente utilización de técnicas de inseminación artificial, son herramientas importantes para asegurar el suministro de larvas a los cultivadores comerciales y para la preservación de las poblaciones naturales (SCELZO & HERNÁNDEZ, 1983).

Los camarones del género *Macrobrachium* pertenecen a la familia Palaemonidae, que incluye a la mayoría de los camarones de agua dulce (NEW, 1980). Se han citado más de cien especies por todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, encontrándose una cuarta parte de ellas en América (NEW & SINGHOLKA, 1984). En Venezuela, la documentación taxonómica revisada señala la presencia de 17 especies (RODRÍGUEZ, 1980; PEREIRA, 1985; 1986; 1991).

Las especies del género *Macrobrachium* que alcanzan los mayores tamaños son: *M. rosenbergii*, *M. americanum* y *M. carcinus*. *M. americanum* se encuentra distribuida en las cuencas fluviales occidentales de América (NEW & SINGHOLKA, 1984), mientras que *M. carcinus* ha sido señalada para las cuencas orientales (HOLTHUIS, 1952). En cambio, *M. rosenbergii* es indígena del sur y sudeste de Asia, norte de Oceanía y del oeste del Pacífico (PEREIRA, 1991).

M. jelskii no alcanza tallas como las de las especies citadas, fue señalada para Venezuela por RODRÍGUEZ (1980) y en la revisión bibliográfica realizada se encontró poca información referente a su biología (GAMBA, 1980; 1997). Dentro del contexto de un proyecto de investigación (donde por primera vez se trató de obtener híbridos entre las especies *M. carcinus* y *M. rosenbergii*), básicamente se aprovecharon los ejemplares capturados de *M. jelskii* para ensayar las técnicas de electroeyaculación e inseminación artificial. Se comparó el efecto de la utilización de estas técnicas sobre: el número de huevos y la duración del período de incubación, número de larvas producidas, su talla y peso. Secundariamente se estudiaron algunos aspectos biológicos y reproductivos de este pequeño camarón de río.

MATERIALES Y MÉTODOS

La captura de los ejemplares de *M. jelskii* se realizó en diferentes caños de la finca Vuelta Larga (10° Lat. N; 63° 11' Long. W), en el Municipio Benítez, Estado Sucre, Venezuela. Para evitar muertes por depleción del oxígeno disuelto durante las capturas, los camarones fueron colocados en el río, dentro de tubos plásticos, a los que se les cerró los extremos con tela tul plastificada. Posteriormente, en cavas de anime con aireación constante, los ejemplares fueron transportados al Laboratorio de Cultivo de Camarones Dulceacuícolas de la Universidad de Oriente, Cumaná, Estado Sucre.

En el laboratorio, se procedió a seleccionar los camarones adultos pertenecientes a la especie *M. jelskii*, utilizando las claves de RODRIGUEZ (1980) y de PEREIRA (1985; 1986 y 1991). Veinte ejemplares machos y cien hembras fueron colocados en un acuario «stock» de dimensión 168,5 x 65 x 26 cm, con un área de fondo de 1,1 m², con capacidad de 327 l provisto de filtro biológico externo y aireación constante. Previamente fueron medidos desde la base posterior de la órbita ocular hasta el extremo distal del telson, utilizando para ello un vernier de 0,001 cm de apreciación.

CRUCES NATURALES Y ARTIFICIALES

A medida que las hembras del «stock» iban alcanzando la madurez gonadal, fueron aisladas individualmente en acuarios de observación de 2 l de capacidad, provistos de aireación constante. La presencia de ovarios y óvulos de color verdoso bien desarrollados, visibles a través del caparazón confirmó la madurez. Una vez ocurrida la muda, proceso necesario para que la hembra pueda ser copulada, se procedió a realizar 25 cruces naturales (cópulas) y/o artificiales, con base en el diseño experimental planteado (Fig. 1).

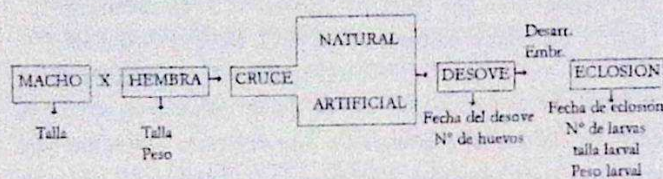


Figura 1. Esquema del diseño experimental para realizar los cruces naturales (cópula normal) y cruces artificiales (inseminación artificial) en el camarón de río *Macrobrachium jelskii* y los parámetros considerados para comparación.

Antes de realizar los cruces, a machos y hembras se les registró la longitud corporal y el peso húmedo. Para determinar el segundo parámetro, los ejemplares fueron pesados individualmente en una balanza digital Denver DE-400D con 0,001 g de apreciación. Se utilizaron hembras de tallas similar, de manera que ésta no fuese un factor de sesgo al momento de comparar el número de huevos obtenidos con los dos tipos de cruce, ya que la fecundidad en las distintas especies de *Macrobrachium* está en directa proporción con la talla de las hembras (Vásquez, 1980; NEW & SINGHOLKA, 1984; GRAZIANI *et al.*, 1993).

Para realizar los cruces naturales, un macho adulto fue tomado al azar y colocado en el acuario con la hembra recién mudada hasta que ocurriera la cópula. Luego, el macho fue retirado y regresado al acuario «stock». Para los cruces artificiales, en cada ocasión se tomó al azar un macho, al que le fueron extraídos los espermátóforos utilizando la técnica de electroeyaculación (SANDIFER & LYNN, 1980). Para ello, se aplicó un choque eléctrico, de corriente continua, en la base del quinto par de pereopodos, donde se encuentran los orificios genitales masculinos. El voltaje más eficiente (3 V), fue escogido mediante ensayos previos entre 3; 4,5 y 6 V. El espermátóforo obtenido fue colocado en el receptáculo espermático de la hembra, ubicado entre las bases del tercero y cuarto pereopodos, cercano a los orificios genitales femeninos. El macho fue regresado al acuario «stock», mientras que la hembra lo fue a su acuario de observación.

ALIMENTACION DE ADULTOS E INCUBACIÓN DE LOS HUEVOS

Todos los ejemplares fueron alimentados diariamente con camarónarina granulada seca (Purina); la ración fue de 5% del peso húmedo de cada ejemplar (GRAZIANI, 1987). Para controlar la calidad del agua en los acuarios, todas las mañanas se sifonearon las heces y restos de alimento no ingerido, extrayendo en este proceso 2/3 del volumen total del agua, el cual fue inmediatamente reemplazado con agua potable filtrada y aireada previamente durante 24 horas, con el objeto de eliminar el contenido de cloro. Se anotó la fecha y hora en que culminó la deposición de huevos en los pleópodos.

CONTAJE DEL NÚMERO DE HUEVOS

Dado el escaso número de huevos/hembra, fueron fácilmente contabilizados directamente del abdomen de la hembra, colocándola en una cápsula de petri con agua y observada en un microscopio estereoscópico Kyowa.

ECLOSIÓN, CONTAJE Y COMPARACIÓN LARVAL

Al ocurrir la eclosión de los huevos, se tomó nota de la hora y fecha. La hembra fue retirada del acuario de observación y regresada al acuario «stock» junto con el resto de los ejemplares, pudiendo ser posteriormente utilizada para realizar algún cruce, si maduraba nuevamente. Con un sifón se procedió a extraer las larvas recién nacidas (vivas y muertas) para luego ser contabilizadas en un microscopio estereoscópico, con una cámara Bogorov. Sólo las larvas vivas (provenientes de cruces naturales y artificiales) fueron preservadas en alcohol 70% para realizar las comparaciones pertinentes, ya que las muertas generalmente estaban deterioradas. De cada tipo de cruce, a cinco lotes de 20 larvas cada uno, provenientes de distintas eclosiones, se les determinó el peso húmedo utilizando la misma balanza que para los adultos, para posteriormente establecer el peso promedio larval. A las larvas se les midió la longitud del cuerpo, desde la base del rostro hasta el extremo distal del telson, utilizando una lámina milimetrada de 0,0978 mm de apreciación y un microscopio estereoscópico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con la finalidad de diferenciar las tallas de machos y hembras adultos, talla y peso de las hembras utilizadas para realizar cruces naturales y artificiales, tiempo de duración del período de incubación, número de huevos puestos y de larvas nacidas, así como tamaño y peso de las larvas, fueron realizados análisis de t-student (Sokal & Rohlf, 1979).

RESULTADOS

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y REPRODUCTIVOS

En los adultos de *Macrobrachium jelskii* mantenidos en el acuario «stock», se observó que desarrollan su mayor actividad en la noche, mientras que durante el día la tendencia fue a permanecer quietos en el sustrato y generalmente en los refugios ofrecidos (piedras y trozos de tubos plásticos), salvo en los momentos en que se otorgaba

el alimento. En ambos sexos, hubo un comportamiento agresivo, que se hizo más notorio durante los períodos de muda, cuando el exoesqueleto es muy delicado.

En los ejemplares adultos de *M. jelskii*, utilizados para este estudio, se encontró que los machos fueron de menor tamaño que las hembras, con una talla promedio de 32,35 mm y recorrido entre 32,15 y 32,50 mm. Por su parte, las hembras utilizadas en los cruces naturales presentaron una talla promedio de 45,85 mm, dentro de un ámbito entre 40,50 y 46,70 mm; mientras que las usadas en los cruces artificiales presentaron una longitud promedio de 46,67 mm, con un ámbito de 46,59 a 46,75 mm (Tabla 1). El análisis estadístico corroboró la diferencia altamente significativa de tallas entre sexos ($t_s = 87,46$) (Fig. 2).

TABLA 1. Promedio de los parámetros merísticos y morfométricos de los ejemplares de *Macrobrachium jelskii* del «stock» utilizados en este estudio. Entre paréntesis se presenta el ámbito de los datos.

PARAMETROS	CRUCE NATURAL n=25	CRUCE ARTIFICIAL n=25
Nº de machos en "stock"		20
Long. de machos utilizados (mm)		32,35 (32,15-32,50)
Nº de hembras en "stock"		100
Long. de hembras utilizadas (mm)	48,45 (40,50-46,70)	46,67 (46,59-46,75)
Peso de hembras (g)	1,175 (0,998-1,220)	1,207 (1,107-1,215)
Duración Des. Embrionario (días)	14,1 (12-17)	13,9 (11,16)
Nº huevos puestos/Hembras	15,2 (13-17)	15,3 (14-18)
Nº larvas eclosionadas/ Hembras	11,7 (11-13)	9,2 (6-14)
	4,8	4,4
Long. corporal larval (mmn) n=100	(4,5-5,0) 4,389	(4,5-5,1) 4,387
Peso prom. de lote de 2 larvas (g x 10 ⁻³ n=100)	(4,387-4,391)	(4,385-4,390)

La reproducción de *M. jelskii* en el laboratorio fue satisfactoria al inicio del experimento. Sin embargo, en el tiempo la maduración ovárica se fue distanciando, haciéndose cada vez más esporádica a lo largo de los nueve meses del experimento. Los huevos son grandes ($1,85 \pm 0,05$ mm de largo y $1,44 \pm 0,06$ de ancho) y al desovar son de color verde claro, palideciendo hacia el final del período de incubación, cuando se observan nítidamente las manchas oculares de los embriones.

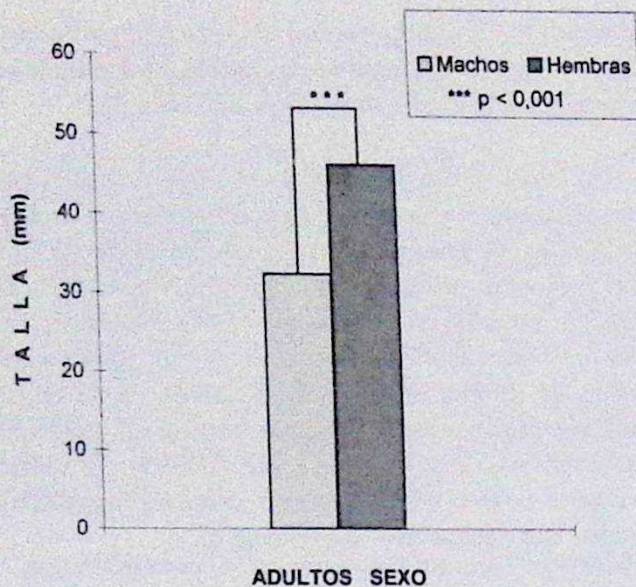


Figura 2. Representación gráfica de la diferencia de tallas entre sexos del camarón de río *Macrobrachium jelskii*.

CRUCES NATURALES Y ARTIFICIALES

La obtención de los espermatozoides por electroeyaculación en *M. jelskii* fue efectiva en el 100% de los intentos, siendo suficiente la aplicación de un estímulo eléctrico de 3 V para que se produjera la expulsión. Con todos los cruces naturales se obtuvieron larvas, mientras que con las inseminaciones artificiales, de 25 intentos sólo 17 (68%) culminaron en larvas.

Las hembras de *M. jelskii*, utilizadas para los cruces naturales y artificiales, fueron de similar talla ($t_s = 1,331$) y peso ($t_s = 1,463$) (Fig. 3). El tipo de cruce realizado no

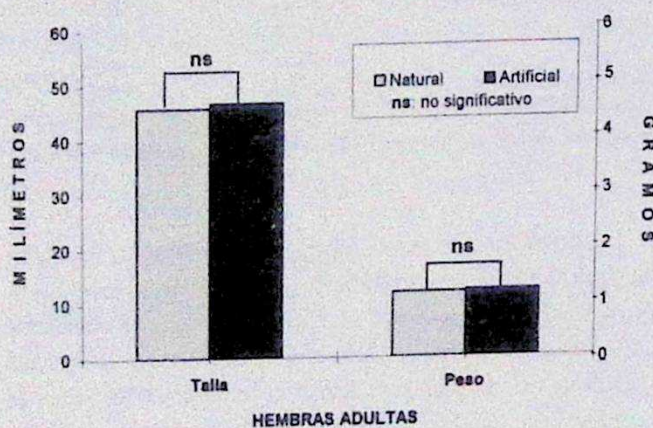


Figura 3. Comparación gráfica de la talla y peso medio de las hembras de *Macrobrachium jelskii* utilizadas para realizar los cruces naturales y artificiales.

afectó la cantidad de huevos puestos ($t_s = 0,180$) (Fig. 4), ni la duración del período de incubación ($t_s = 0,032$) (Fig. 5). El número de larvas producidas fue mayor con el cruce natural que con el artificial ($t_s = 2,883$) (Fig. 4), a pesar de no encontrarse diferencias con respecto a su talla ($t_s = 1,465$) y peso ($t_s = 1,551$) (Fig. 6). Por otra parte, independientemente del tipo de cruce empleado, siempre fue menor el número de larvas producidas con respecto al número de huevos desovados (Fig. 4).

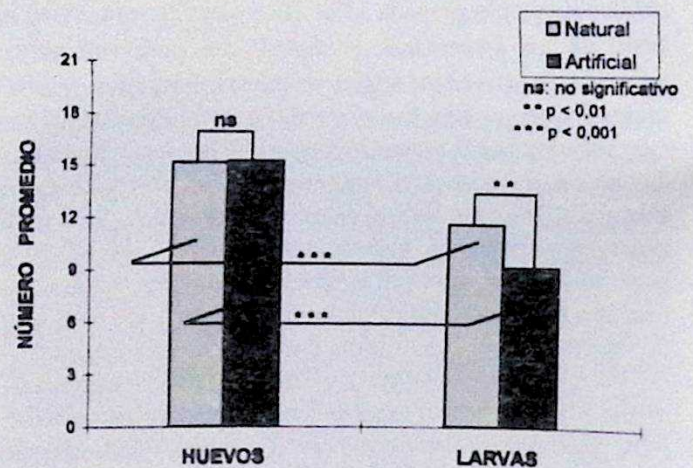


Figura 4. Comparación gráfica del número de huevos y larvas producidos por las hembras de *Macrobrachium jelskii* al utilizar cruces naturales y artificiales.

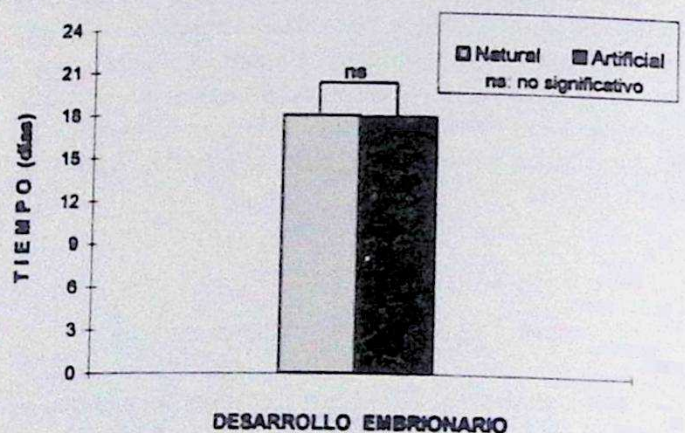


Figura 5. Comparación gráfica de la duración del desarrollo embrionario en *Macrobrachium jelskii* al utilizar cruces naturales y artificiales.

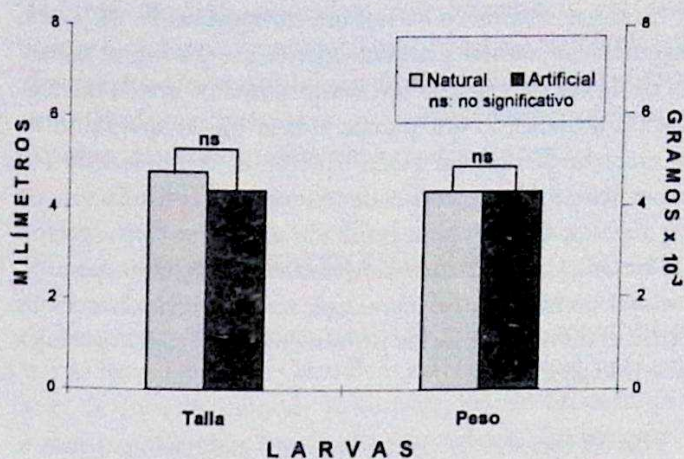


Figura 6. Comparación gráfica de la talla y peso medio de las larvas de *Macrobrachium jelskii* obtenidas al realizar cruces naturales y artificiales.

DISCUSIÓN

La mayor actividad desarrollada por *M. jelskii* durante las horas de oscuridad sugiere un cierto tipo de actividad circadiana, en forma similar a lo señalado por NAKAMURA (1975) para *M. rosenbergii*. Sin embargo, hacen falta estudios más detallados para verificar la existencia de un ritmo similar en *M. jelskii*. En todo caso, la mayor actividad nocturna es común en numerosas especies de *Macrobrachium* (NEW & SINGHOLKA, 1984; NEW, 1990; GRAZIANI *et al.*, 1993).

En la mayoría de las especies conocidas del género *Macrobrachium*, es el macho quien alcanza la mayor talla (LING, 1969; NEW & SINGHOLKA, 1984; GRAZIANI *et al.*, 1993). En este sentido, es conveniente señalar que en *M. jelskii*, los machos utilizados en este estudio, así como todos los capturados, siempre fueron de menor tamaño que las hembras. A este respecto, GAMBA (1997) señala que la talla máxima de los machos de *M. jelskii* siempre es menor a la de las hembras.

En el cultivo de los camarones dulceacuícolas, y en la mayoría de los crustáceos, el comportamiento agresivo representa un problema para la supervivencia que se traduce en pérdidas económicas (SMITH & SANDIFER, 1979). En *M. jelskii* esta agresividad se vio incrementada cuando se ofreció el alimento y principalmente, después de la muda, cuando el exoesqueleto aún no ha endurecido. Igual comportamiento ha sido señalado para otras especies como *M. rosenbergii* (SEGAL & ROE, 1975), *M. carinus* (GRAZIANI *et al.*,

1993) y *M. amazonicum* (VÁSQUEZ, 1980), quienes lo han atribuido principalmente a feromonas emitidas durante el proceso de ecdisis.

El hecho de que la maduración gonadal, en las hembras de *M. jelskii* mantenidas en laboratorio, fuese disminuyendo con el tiempo, pareciera indicar la existencia de ciclos anuales de reproducción. Pudiera también ser atribuido a algún tipo de deficiencia alimenticia, ocasionada por la poca aceptación del alimento por parte de los ejemplares del "stock". Al haberse otorgado un alimento inadecuado para esta especie, se pudo haber afectado la maduración gonadal. Se descartó el mal estado del alimento, ya que fue bien aceptado y efectivo para inducir, durante todo el año, la maduración ovárica en *M. carinus* y *M. rosenbergii*, con quienes se realizaban simultáneamente otras experiencias (ORTA, 1996). Será necesario elaborar y ensayar dietas adecuadas para *M. jelskii*.

Los resultados de la utilización de la electroeyaculación en *M. jelskii* (100% de efectividad a 3 V) indican que esta técnica funciona para esta especie de pequeña talla. MORENO (1997) informa que en especies de gran talla como *M. carinus* funcionó mejor a 4,5 V (32,5% de efectividad), mientras que en *M. rosenbergii* fue más efectiva a 3 V (64,1% de efectividad).

El número de huevos es característico de la especie, aumentando generalmente con la edad y talla de la hembra (NEW & SINGHOLKA, 1984). En este trabajo no se observó diferencias entre el número de huevos de hembras sometidas a cruces naturales y artificiales. El promedio de 15,25 huevos/hembra es bajo si se le compara con lo señalado por GAMBA (1997) para la misma especie, quien determinó un promedio de 34,5 huevos/hembra, más aún si se tiene en cuenta que las tallas de las hembras utilizadas en este estudio, corresponden con las del mayor intervalo de clase de talla establecido en su estudio por GAMBA (*op. cit.*), donde el número de huevos osciló entre 52 y 56. Esta diferencia puede estar influenciada a que este último autor trabajó con hembras del medio natural, mientras que para este trabajo, se utilizaron hembras que tenían tiempo en el laboratorio, donde las condiciones de calidad de agua y alimentación, no fueron posiblemente las más adecuadas.

La duración del período de incubación de huevos también es propio de cada especie, aunque suele ser afectado por los parámetros ambientales, entre los cuales está la tem-

peratura (GRAZIANI, 1987). En hembras de *M. jelskii* inseminadas tanto natural como artificialmente se observó que la duración promedio del período embrionario fue similar ($13,95 \pm 0,83$ días a 28 ± 1 °C). GAMBA (1980), señala que el desarrollo embrionario, para esta especie, es de 10 a 15 días en condiciones de laboratorio. Por su parte, MORENO (1997) no encontró diferencias, en la duración del desarrollo embrionario, en hembras *M. carcinus*, sometidas a cruces naturales y artificiales, mientras que en *M. rosenbergii* este período sí fue afectado. LING (1969) y GRAZIANI (1987), en cruces naturales, informan de mayores tiempos para *M. rosenbergii* (19 días a 27 °C) y *M. carcinus* (19 días a 26 ± 1 °C) respectivamente.

El número promedio de larvas producidas por las hembras de *M. jelskii* (11,7 con el cruce natural y 9,2 con el artificial), en las condiciones de este ensayo, es muy bajo si se compara con el número que producen *M. rosenbergii* y *M. carcinus* (Tabla 2). Sin embargo, como estrategia reproductiva, *M. jelskii* presenta un 'ciclo larval abreviado' tanto en duración (12,5 días promedio) como en etapas larvales (5 estadios). A este respecto, GAMBA (1997) encontró que las larvas de esta especie tardan de 10 a 15 días para transformarse en juvenil. Como contraposición, en hembras de especies más fecundas, como *M. rosenbergii* y *M. carcinus* la duración del ciclo larval es entre 25 hasta 65 días respectivamente, ambas con un total de 11 zoeas (GRAZIANI & DE DONATO, 1992).

TABLA 2. Tipos de cruces realizados y número de larvas (N° LARV.) producidas por hembras de *Macrobrachium jelskii* en relación con la talla (LONG) y el peso húmedo (PESO), en comparación con dos especies de camarones de agua dulce de mayor talla. Promedio de valores registrados por distintos autores.

ESPECIE	TIPO DE CRUCE	LONG (cm)	PESO (g)	N° LARV.	AUTORES
<i>M. jelskii</i>	NATURAL	4,590 (4,050-4,670)	1,75 (0,998-1,220)	11,70 (11-13)	Este estudio
	ARTIFICIAL	4,667 (4,659-4,675)	1,207 (1,107-1,215)	9,10 (6,14)	
	NATURAL	16,01 (10,90-18,10)	58,23 (25,60-80,48)	47,100/60 (5,860-75,20)	LING, 1969 DODAM, et al. 1976 HAGOOD & WILSON, 1976 SALOMON & SUTHER, 1979 New, 1980 Moreno, 1997
<i>M. rosenbergii</i>	ARTIFICIAL	15,62 (11,90-15,60)	45,65 (29,25-50,10)	22,175,20 (16,350-38,000)	
	NATURAL	13,16 (9,40-22,00)	50,72 (13,85-83,68)	44,757,56 (23,000-70,000)	DODAM, et al. 1974 DODAM, et al. 1975 LEWIS et al. 1985 PARRERA & DE PERAZZA, 1982
<i>M. carcinus</i>	ARTIFICIAL	13,25 (9,00-15,80)	51,59 (15,85-83,28)	31,259,94 (7,016-131,400)	GRAZIANI et al. 1993 Moreno, 1997

Aunque el número de huevos en hembras de *M. jelskii*, inseminadas natural y artificialmente fue similar, el número de larvas producidas fue siempre menor con la inseminación artificial, lo que parece indicar que la aplicación de la electroeyaculación pudo afectar la viabilidad de los espermatozoides y consecuentemente la fecundación de los huevos, dando como resultado una menor producción de larvas. Contrariamente, MORENO (1997), tanto para *M. carcinus* como para *M. rosenbergii*, no encontró diferencias entre el número de larvas provenientes de cruces naturales y artificiales.

En el transcurso del período de incubación, muchos huevos se pierden o son desprendidos por la misma hembra durante su constante limpieza. Algunos investigadores señalan que esto lo realiza la hembra para eliminar aquellos huevos que no fueron fertilizados, por ser resultado de la unión de óvulos con espermatozoides anormales (SANDIFER & LYNN, 1980; GRAZIANI et al., 1993). Aunque en este trabajo no se tomó nota de esta actividad, se podría presumir que en *M. jelskii* algunos huevos no eran viables y fueron eliminados, ya que independientemente del tipo de cruce utilizado, el número de larvas producidas fue siempre menor que el número de huevos desovados.

La longitud corporal de las larvas recién nacidas de *M. jelskii*, obtenidas de cruces naturales y artificiales, estuvo en el orden de $4,84 \pm 0,017$ mm; mayor que el de larvas del mismo estadio de *M. carcinus* (2,02 mm) y *M. rosenbergii* (2,24 mm) (MORENO, 1997). Consecuentemente, el peso de una larva de *M. jelskii* estuvo en el orden de $2,19 \times 10^{-4}$ g, también mayor que los señalados por MORENO (op. cit.) para la zoea I de *M. carcinus* ($1,59 \times 10^{-4}$ g) y de *M. rosenbergii* ($1,93 \times 10^{-4}$ g). En este sentido, PEREIRA & GARCÍA (1995), informan que especies pequeñas como *M. jelskii* y *M. reyesi*, con un ciclo larval abreviado, presentan poca cantidad de huevos relativamente grandes y sus larvas nacen en un estado más avanzado de desarrollo; mientras que la mayoría de los grandes camarones palaemónidos poseen numerosos huevos relativamente pequeños, así como complejos desarrollos larvales que pueden incluir hasta trece estadios.

CONCLUSIONES

En *Macrobrachium jelskii*, no se encontraron evidencias de que la electroeyaculación y la inseminación artificial afectaran el número de huevos por hembra, la duración del

desarrollo embrionario, talla y peso de las larvas; pero sí el número de larvas producidas por hembra. La técnica de electroeyaculación resultó ser de fácil aplicación y pudiera ser utilizada para ensayos de inseminación artificial en otras especies de camarones de importancia comercial.

AGRADECIMIENTO

Nuestro reconocimiento al CONICIT (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas) y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por haber parcialmente financiado este trabajo. Igualmente a IVELISE DE FRANCO, JOSÉ G. OJEDA y ANTULIO PRIETO, por la lectura crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

- BAUTISTA, P. C. 1988. *Crustáceos: tecnología de cultivo*. Edic. Mundi-Prensa, Madrid, 180 p.
- BUITRAGO, J. 1989. Las evaluaciones del impacto ambiental de las granjas camaroneras en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 28 (1 & 2): 203-211.
- DOBKIN, S., W. P. AZZINARO & J. VAN MONT FRANS. 1974. Culture of *Macrobrachium acanthurus* and *M. carinus* with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimp. *Proc. World. Maricul. Soc.* 5: 51-62.
- DUGAN, C. C., R. W. HAGOOD & T. A. FRANKS. 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.
- GAMBA, A. L. 1980. Desarrollo larval abreviado del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (MIERS, 1877). En: *Biología, Ecología y Cultivo de Organismos Acuáticos*. Simposia 16, Editorial Equinoccio, Caracas, pp. 169-189.
- . 1997. Biología reproductiva de *Macrobrachium jelskii* (MIERS, 1877) y *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) en Venezuela (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Acta Cient. Venezolana* 48: 19-26.
- GRAZIANI, C. 1987. Contribución al cultivo del camarón de río *Macrobrachium carinus* L. (Decapoda: Palaemonidae). *Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas*, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 47 p.
- & M. DE DONATO. 1992. Comportamiento reproductivo y fertilidad del camarón *Macrobrachium carinus* (Decapoda: Palaemonidae). En: *Acta Científica Venezolana*, XLII Convención Anual de AsoVAC, vol 43, (Sup. 1): 1.
- M. DE DONATO & K. S. CHUNG. 1993. Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carinus* (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 41 (3): 657-665.
- HAGOOD, R. W. & S. A. WILLIS. 1976. Cost comparisons of rearing larvae of freshwater shrimp, *Macrobrachium acanthurus* and *M. rosenbergii*, to juveniles. *Aquaculture* 7: 59-74.
- HOLTHUIS, L. B. 1952. A general revision of Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. 2. The Subfamily Palaemoninae. *Allan Hancock Found. Publ. Occ. Pap.* 12: 396 p.
- LING, S. W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fish. Rep.* 3 (57): 589-606.
- LOBAO, V., W. VALENTI & J. DE MELLO. 1985. Fecundidad en *Macrobrachium carinus* (L.) do Rio Riveira de Iguaçu. *Bol. Inst. Pesca* 12 (3): 8 pp.
- MORENO, C. A. 1997. *Inseminación artificial y ensayos de hibridación en camarones de río del género Macrobrachium Bate, 1868 (Decapoda: Palaemonidae)*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 85 p.
- NAKAMURA, R. 1975. A preliminary report in the circadian rhythmicity in the spontaneous locomotor-activity of *Macrobrachium rosenbergii* and the possible application to prawn culture. *Proc. 6th Ann. Meet. World Maricul. Soc.* pp. 37-41.
- NEW, M. B. 1980. El potencial de cultivo de *Macrobrachium* en Latinoamérica. *Rev. Lat. Acuicul.* (6): 60 p.

- . 1990. Freshwater prawn culture: a review. *Aquaculture* 88: 99-143.
- & S. SINGOKA. 1984. Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO, Doc. Téc. Pesca (225): 118 p.
- ORTA, T. J. 1996. Inducción a la maduración de camarones de río del género *Macrobrachium*. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 65 p.
- PEREIRA, G. A. 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.
- . 1986. Freshwater shrimps from Venezuela. I. Seven new species of Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 99: 128-213.
- . 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.
- & J. B. GARCÍA. 1995. Larval development of *Macrobrachium reyesi* Pereira (Decapoda: Palaemonidae), with a discussion on the origin of abbreviated development in palaemonids. *J. Crust. Biol.* 15 (1): 117-133.
- & M. DE PEREIRA. 1982. El camarón gigante de nuestros ríos (*Macrobrachium carcinus*). *Natura* 72: 22-24.
- RODRÍGUEZ, G. 1980. *Los crustáceos decápodos de Venezuela*. IVIC, Caracas. 494 p.
- SANDIFER, P. A. & J. W. LYNN. 1980. Artificial Insemination of Caridean Shrimp, En: *Recent advances in invertebrate reproduction*. Elsevier North Holland, Inc. W.H. Clark & T.S. Adams (Eds). pp. 271-288.
- & T. I. J. SMITH. 1979. A method for artificial insemination of *Macrobrachium* prawns and its potential use inheritance and hybridization studies. *Proc. World. Maricul. Soc.* 10: 403-418.
- SCELZO, M. A. & J. E. HERNÁNDEZ. 1983. Efecto de la ablación ocular sobre el crecimiento e inducción del desarrollo gonadal en el camarón *Penaeus notialis* Pérez-Farfante (Decapoda: Penaeidae). *Mem. Asoc. Lat. Acnicult.* 5 (2): 311-319.
- SEGAL, E. & A. ROE. 1975. Growth and behavior of post-juveniles *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in closed confinement. *Proc. 6th Ann. Meet. World Maricult. Soc.* pp: 67-88.
- SMITH, T. I. & P. A. SANDIFER. 1979. Observations on the behavior of the malasyan prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), to artificial habitats. *Mar. Behav. Physiol.* 6: 131-146.
- SOKAL, R. & J. F. ROHLF. 1979. *Biometría*. H. Blume (Ed.). Madrid. 832 p.
- VÁSQUEZ, E. 1980. Contribución al conocimiento de la biología del camarón de río *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) en función de su potencial de cultivo. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 40(113): 139-157.