

**PRODUCCION DE JUVENILES DE LA LISA *Mugil liza*
VALENCIENNES, 1836, POR REPRODUCCION CONTROLADA
EN CUBA**

**PRODUCTION OF JUVENILES OF THE MULLET *Mugil liza*
VALENCIENNES, 1836, BY CONTROLLED REPRODUCTION IN CUBA**

L. Alvarez-Lajonchere
O.G. Hernández Molejón
L. Pérez Sánchez

Departamento de Maricultura
Centro de Investigaciones Pesqueras
Barlovento, Playa, Código Postal 19100
Ciudad de La Habana, Cuba

Ciencias Marinas (1991), Vol. 17, No. 2, pp. 47-56.

RESUMEN

Se realizaron experimentos de inducción del desove y cría de larvas con la lisa *Mugil liza* Valenciennes en Tunas de Zaza, al final de la temporada natural de desove de 1987/1988, en los que se alcanzó por primera vez la etapa juvenil en una especie de mugilido en Cuba. Todas las hembras examinadas presentaron ovocitos atrésicos. De las 18 seleccionadas, cuatro (22.2%) murieron durante el tratamiento hormonal y de las 14 que lo terminaron, se logró la fertilización natural o artificial en siete de ellas (50%). Los mejores resultados en el desove se lograron con 60-90 mg/kg de pituitaria de lisa en 3-4 dosis parciales (24 h de intervalo). Los huevos de una de las hembras con la tasa de fertilización más elevada (60%) se incubaron a 24°C y se logró un 90% de eclosión de los fecundados. Los experimentos de cría demostraron que las larvas están aptas para la alimentación exógena a los 3-4 días de la eclosión y que el período postlarval finaliza a los 40 días; además, que los tanques de tarpaulín no son adecuados, que una fuerte aireación en el centro del tanque es beneficiosa y que el uso de un organismo intermedio entre los rotíferos y la *Artemia* debe mejorar los resultados. Se cosecharon 220 juveniles al final del período de cría (49 días) en uno de los cuatro tratamientos aplicados, para un 0.20% de sobrevivencia. Se discuten las dificultades confrontadas y las posibles mejoras de la técnica para incrementar la sobrevivencia.

ABSTRACT

Induced spawning and larval rearing experiments were carried out with the mullet *Mugil liza* Valenciennes at the end of the 1987/1988 natural spawning season at Tunas de Zaza, in which the juvenile stage of a mugilid species was reached for the first time in Cuba. All examined females had atretic oocytes. From the selected 18, four (22.2%) died during the hormone treatment and from the 14 that finished it, natural spawning or artificial fertilization was obtained from seven of them (50%). Best spawning results were obtained with 60-90 mg/kg of mullet pituitary in 3-4 partial doses (24 h interval). The eggs of one female with the highest fertilization rate (60%) were incubated at 24°C, obtaining 90% survival of the fertilized eggs at hatching. The rearing experiments demonstrated that larvae were ready for exogenous feeding at day 3-4 and that the postlarval stage ended 40 days after hatching; also, that tarpaulin tanks were not adequate, that a strong aeration at the centre is beneficial and that the use of an intermediate food organism between rotifers and *Artemia* should improve the results. At the end of the rearing cycle (49 days), 220 juveniles were harvested in one of the four treatments used (0.20% survival). The difficulties faced and possible technique improvements for increasing survival are discussed.

INTRODUCCION

El objetivo principal del Laboratorio Experimental de Maricultura de Tunas de Zaza, Provincia de Sancti Spiritus, es el desarrollo de técnicas de policultivo en lagunas costeras, y para ello una de las actividades de investigación priorizada ha sido la técnica de producción masiva de juveniles de las especies seleccionadas, entre las que se destaca la lisa *Mugil liza* Valenciennes, 1836.

Las primeras experiencias cubanas de desove de *M. liza* se realizaron en 1976 y en 1981-82 se lograron las primeras larvas por desove artificial (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1988). En 1987 se reanudaron estas investigaciones y los resultados obtenidos se presentan en este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Los reproductores fueron capturados en instalaciones de sitio en Tunas de Zaza, a fines de la temporada natural de desove en diciembre de 1987, y su transportación se efectuó en tanques con aireación. A la llegada al laboratorio se aplicaron las técnicas desarrolladas anteriormente (Alvarez-Lajonchere *et al.* 1983, 1988), a base de inyecciones intraperitoneales de extractos de pituitaria de la misma especie conservados en alcohol absoluto en dosis totales de 50 a 150 mg/kg en tres a cinco dosis parciales. Se efectuó la fertilización artificial por el método seco cuando no se produjo la ovoposición espontánea.

El tratamiento de los huevos fue el estandarizado por Nash y Shehadch (1980), incubándose en tanques de 1.2 m³ en densidades de 100 a 150/l a 24°C y 38‰ de salinidad. Los huevos se trasladaron a los tanques de cría de larvas con jamos con mallas de 0.5 mm de abertura dos horas antes de la eclosión. La densidad inicial de los huevos fertilizados en los tanques de cría fue de 22/l.

La cría de larvas se realizó en tres tanques de tarpaulín y uno de concreto de 5 m³. Los métodos de cría fueron similares a los de Nash y Shehadch (1980), excepto en que se probaron dos variantes del "kreisel" descrito por Nash *et al.* (1974) en dos tanques de tarpaulín, consistentes en una modificación de su base al sustituir la pieza plástica de 5 cm de diámetro de PVC con malla sintética por un cono de acrílico de 30 cm de diámetro en la

INTRODUCTION

The main objective of the Mariculture Experimental Laboratory of Tunas de Zaza, Sancti Spiritus Province, is the development of coastal lagoon polyculture techniques, and one of the research activities of high priority is the development of juvenile mass production techniques of selected species, among which *Mugil liza* Valenciennes, 1836, is one of the most outstanding.

The first Cuban spawning trials with *M. liza* were carried out in 1976 and the first larvae by artificial spawning were obtained in 1981-82 (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1988). In 1987 the research was restarted and the results obtained are presented in this paper.

MATERIALS AND METHODS

The spawners were caught in set nets in Tunas de Zaza, at the end of the natural spawning season in December 1987, and their transportation was done in tanks with aeration. At their arrival to the laboratory, techniques already developed were applied (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1983, 1988). Mullet absolute alcohol preserved pituitary extracts were intraperitoneally injected in total doses of 50 to 150 mg/kg in three to five partial doses. Artificial fertilization was carried out by the dry method when spontaneous spawning did not occur.

The treatment for eggs was the standardized by Nash and Shehadch (1980), incubating in 1.2 m³ tanks in densities of 100 to 150/l at 24°C and 38‰ of salinity. The eggs were transferred to the rearing tanks 2 h before hatching by means of hand nets with 0.5 mm mesh size. The initial fertilized egg density in the larval rearing tanks was 22/l.

The larval rearing was carried out in three tarpaulin tanks and one concrete tank of 5 m³. The rearing methods were similar to those of Nash and Shehadch (1980), except that two variants were tried of a modified Nash *et al.* (1974) "kreisel" in two of the tarpaulin tanks, consisting in an acrylic cone of 30 cm diameter base and 30 cm height with 125 µm synthetic mesh in the base, instead of the 5 cm diameter PVC fitting with synthetic mesh. In one of the tarpaulin tanks with a "kreisel" we used sand on the bottom; strong aeration was supplied in the centre of the

base y 30 cm de altura, con malla sintética de 125 μm de abertura, formando la base. En uno de los tanques de tarpaulín con "kreisel" se utilizó arena en el fondo; en el tercer tanque de tarpaulín y en el de concreto se suministró aireación vigorosa en el centro. La salinidad fue de 38‰ en los primeros 10 días y después se disminuyó gradualmente hasta alcanzar 25‰ el día 25, utilizando agua dulce dechlorada. La temperatura se mantuvo entre 23 y 24°C con un acondicionador de aire. A partir del quinto día, se comenzó a sifonear el fondo de los tanques diariamente y se comenzó la circulación de agua durante 12 h al día, con una tasa de 1.6% del volumen por hora, lo cual se incrementó hasta un 6% al día 25.

En la Figura 1 se presenta el régimen de alimentación utilizado. Las muestras para el estudio de las larvas se tomaron diariamente durante los primeros 10 días y después cada dos o tres días, utilizando MS-222 (1:20,000) para narcotizarlas antes de su observación y conservación en formalina al 4% neutralizada.

RESULTADOS

Todas las hembras examinadas presentaron ovocitos atrésicos en sus ovarios. De las 18 hembras seleccionadas, cuatro (22.2%) murieron durante el tratamiento hormonal, y de las 14 que lo terminaron, cuatro no ovularon (28.6%), tres desovaron parcialmente (21.4%), cinco desovaron totalmente (35.7%) pero no se produjo la fertilización natural, y con dos hembras que ovularon (14.3%) se logró un 30 y un 60% de fertilización artificial. Los machos no presentaron semen fluido.

Los mejores tratamientos fueron con 60 a 90 mg/kg de pituitaria de lisa en 3-4 dosis parciales (24 h de intervalo). El período de latencia fue de 21 a 46 h y los mejores resultados se lograron con 21 a 35 h. Los huevos fertilizados tuvieron un diámetro medio de $890 \pm 4.5 \mu\text{m}$ con una gota de aceite de $350 \pm 1.9 \mu\text{m}$ de diámetro medio. A las 35 h se produjo la eclosión masiva con un 90% de sobrevivencia de los huevos fertilizados.

Las larvas recién eclosionadas son pequeñas ($2.33 \pm 0.03 \text{ mm}$) con una gota de aceite de $355 \pm 8 \mu\text{m}$. La boca fue funcional, los ojos pigmentados y el tracto digestivo presentó los movimientos peristálticos al tercer-cuarto día; el saco vitelino desapareció

third tarpaulin tank and concrete tank, both without "kreisels". The salinity was 38‰ for the first 10 days, after which it was gradually reduced up to 25‰ at day 25 with dechlorinated fresh water. The temperature was maintained between 23 and 24°C with an air conditioner. Starting on day 5, the tank bottoms were cleaned daily and water circulation was established during 12 h per day with a flow rate of about 1.6% of the volume exchanged per hour, increasing it to 6% at day 25.

The feeding schedule is presented in Figure 1. The samples for the larval study were taken daily during the first 10 days and later every two or three days, using MS-222 (1:20,000) to anaesthetize them before their observation and later conservation in 4% neutralized formalin.

RESULTS

All females examined had oocytes with atresia in their ovaries. From the 18 selected females, four (22.2%) died during hormone treatments, and from the 14 that finished them, four did not ovulate (28.6%), three partially spawned (21.4%), five had total spawning (35.7%) but there was no natural fertilization, and with two ovulated females (14.3%) 30 and 60% artificial fertilization was obtained. Males did not show fluid sperm.

Best treatments were with 60 to 90 mg/kg of mullet pituitary homogenate in 3-4 partial doses (24 h intervals). The latency period was from 21 to 46 h and best results were obtained with 21 to 35 h. The fertilized eggs had a mean diameter of $890 \pm 4.5 \mu\text{m}$ with one oil droplet of $350 \pm 1.9 \mu\text{m}$ of mean diameter. Massive hatching took place after 35 h, with 90% survival of fertilized eggs.

The newly hatched larvae were small ($2.33 \pm 0.03 \text{ mm}$) with one oil droplet ($355 \pm 8 \mu\text{m}$). The mouth was functional, the eyes pigmented and the digestive duct presented peristaltic movements at day 3-4. The yolk sac disappeared at day 8, and the oil droplet at day 10 after hatching (Fig. 2). The larval development lasted 40 days.

The growth curve in the concrete tank is presented in Figure 1, in which the juvenile stage was reached. In the tarpaulin tanks, larvae suffered heavy mortalities within the first 13 days. In the tanks with modified

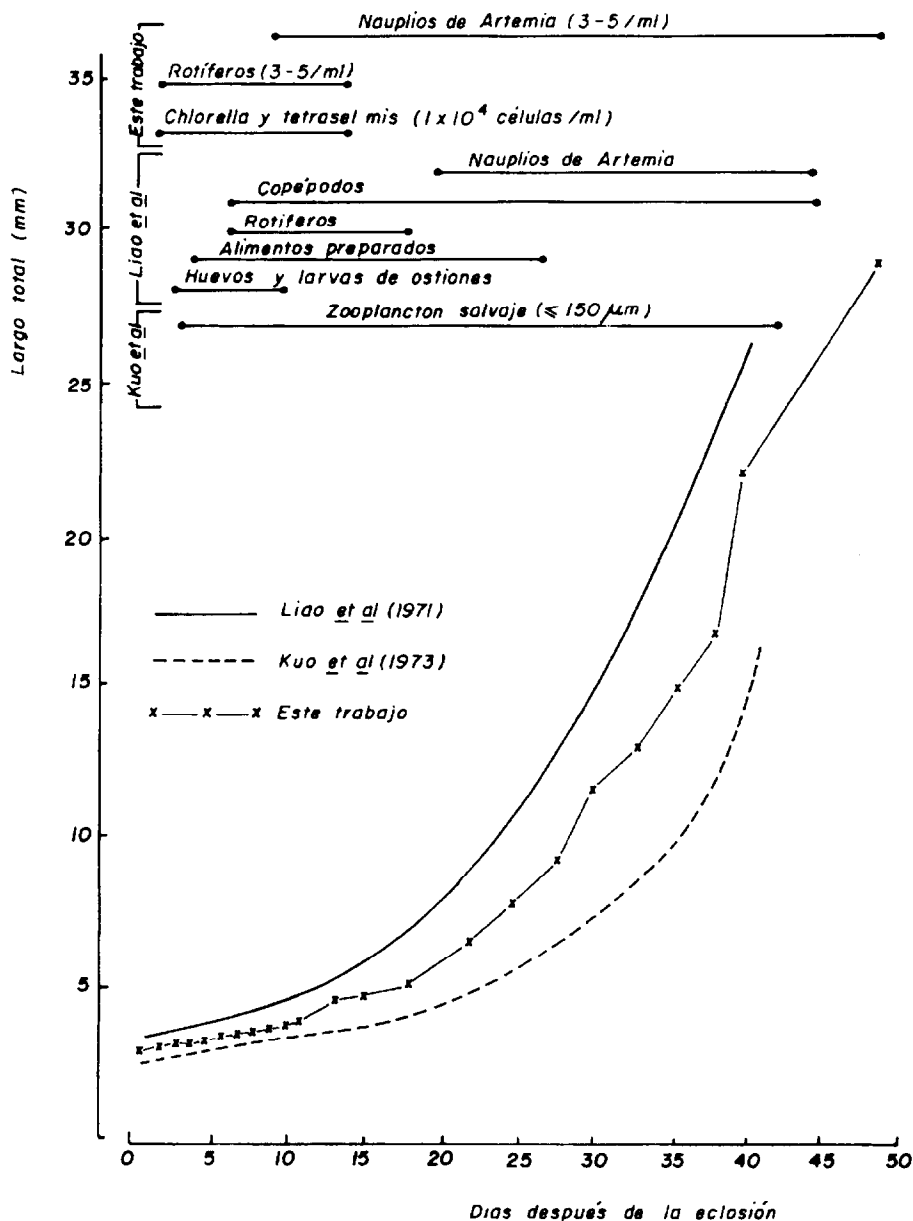


Figura 1. Crecimientos larvales y regímenes de alimentación en *Mugil cephalus* (modificado después de Liao et al., 1971 y Kuo et al., 1973) y *M. liza* (este trabajo).
Figure 1. Larval growth and dietary regimes of *Mugil cephalus* (modified after Liao et al., 1971 and Kuo et al., 1973) and *M. liza* (this work).

al octavo día y la gota de aceite al décimo día después de la eclosión (Fig. 2). El desarrollo larval tuvo una duración de 40 días.

En la Figura 1 se presenta la curva de crecimiento logrado en el tanque de concreto, en el cual se alcanzó la etapa de juvenil, ya que en los tres tanques de tarpaulín las mortalidades fueron muy severas en los primeros 13 días. En los tanques de tarpaulín con las variantes del "kreisel" modificado, las larvas no sobrevivieron más allá del noveno día, y en el de tarpaulín sin el "kreisel" pero con aireación en el centro, sobrevivieron hasta el día 13. En todos los tanques de tarpaulín se formó una capa bacteriana de color pardo en casi toda la superficie sumergida.

En el tanque de concreto se confrontaron mortalidades masivas de larvas causadas por la ingestión de cápsulas y quistes de *Artemia salina* no eclosionados, que provocaron obstrucciones del tracto digestivo. En este tanque a los 25 días de iniciada la cría, se observaron 250 postlarvas vivas (0.23% de sobrevivencia), y a los 49 días de cría se cosecharon 220 juveniles (0.20% de sobrevivencia).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los porcentajes de respuestas positivas en las hembras fueron más bajos, y las dosis totales y el número de dosis parciales necesarias fueron mayores que las consignadas para la misma especie y localidad por Alvarez-Lajonchere *et al.* (1988), lo cual debió ser causado por la realización de los experimentos en el período final de la temporada natural de desove, acentuándose por haber permanecido confinados los reproductores en una laguna costera cercada con anterioridad a la temporada de desove, con lo cual comenzó el proceso de regresión gonadal en todos los capturados, incluyendo los machos. Estos resultados se confirmaron en experimentos realizados al final de la temporada de desove de 1988/1989 (Alvarez-Lajonchere *et al.*, no publicado).

Liao (1975) consignó que en Taiwán se requiere inyectar a los machos al final de la temporada de desove y Kulikova (1982), con *Liza aurata*, llegó a la conclusión de que el mantenimiento de los reproductores con ovocitos próximos al estado definitivo a temperaturas de desove sin el tratamiento hormonal será seguido de regresión gonadal

"kreisels", larvae did not survive after day 9, whereas in that without "kreisel" but with strong aeration in the centre, larvae survived up to day 13. All tarpaulin tanks presented a brown colored bacterial layer on most of the submersed surface.

In the concrete tank, larval mortalities caused by ingestion of *Artemia* cysts and their shells were detected, due to obstructions of the digestive duct. In this tank, 25 days after hatching there were 250 postlarvae (0.23% survival), and at day 49, 220 juveniles were harvested (0.20% survival).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The percentages of positive responses of females were lower and the total dose and number of partial doses needed were higher than those reported before for the same species and locality by Alvarez-Lajonchere *et al.* (1988), which should have been affected by the performance of the experiments at the end of the natural spawning season, reinforced by the fact that the spawners were confined to a coastal lagoon closed before the start of the spawning season. By the above facts, gonadal regression started in all captured spawners, including males. These results were confirmed by experiments carried out at the end of the 1988/1989 spawning season (Alvarez-Lajonchere *et al.*, unpublished).

Liao (1975) reported that in Taiwan, males have to be injected at the end of the spawning season and Kulikova (1982), working with *Liza aurata*, arrived at the conclusion that spawners kept with oocytes close to the final stage at spawning temperature without hormone treatment will undergo gonadal regression, causing failures in the spawning of these fishes. Lee *et al.* (1987) also faced difficulties in the induced spawning experiments with *M. cephalus* at the end of the natural spawning season, with low percentages of fertilization, reporting that, traditionally, spawning and fertilization are difficult at the end of the spawning season in Hawaii.

The yolk and oil droplet utilization (Fig. 2) were satisfactory, because the morphological transformations occurred previously, indicating that larvae could start the exogenous feeding before the end of the yolk and oil droplet, granting a high survival. Related with the above, Maslova and Aronovich (1985) reported that *M. cephalus* larvae at tempera-

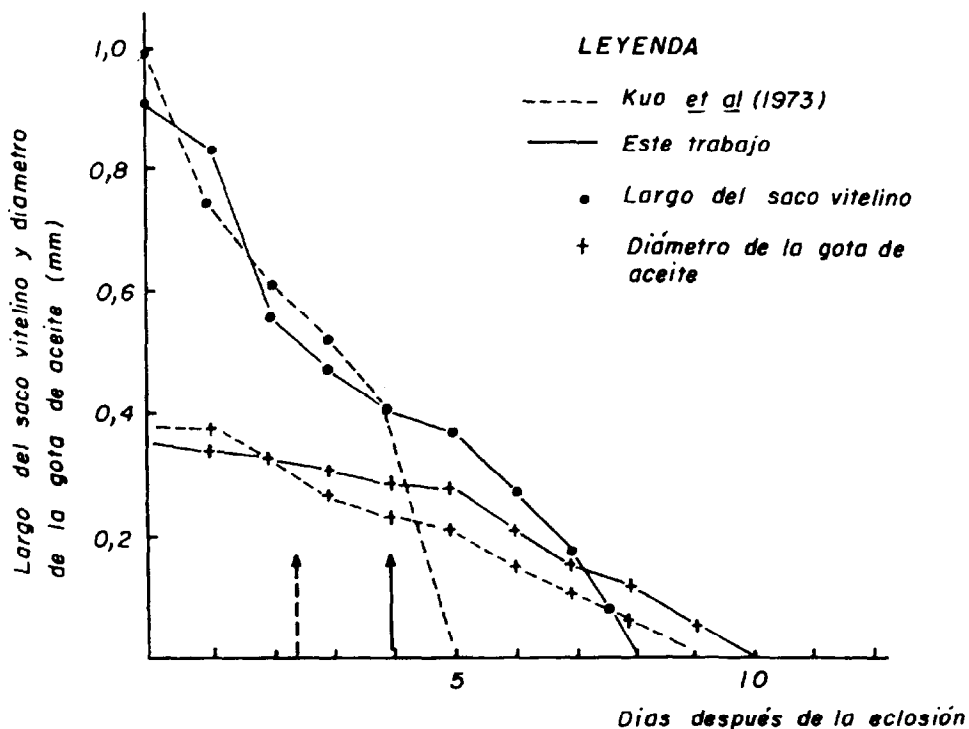


Figura 2. Relación entre el consumo del saco vitelino y la gota de aceite con los primeros días de vida de las larvas de *Mugil cephalus* (modificado después de Kuo *et al.*, 1973) y *Mugil liza* (este trabajo) a 24°C. Las flechas indican el momento en que las bocas fueron funcionales.
Figure 2. Relationship between yolk sac and oil droplet consumption in the first days of life of *Mugil cephalus* larvae (modified after Kuo *et al.*, 1973) and *Mugil liza* (this work) at 24°C. Arrows indicate the moment when the mouth was functional.

causando fracasos del desove en estos reproductores. Lee *et al.* (1987) también confrontaron dificultades en los experimentos de desove con *M. cephalus* al final de la temporada natural con bajos porcentajes de fertilización y consignaron que el desove y la fertilización se dificultan tradicionalmente al final de la temporada de desove en Hawai.

La utilización del vitelo y la gota de aceite (Fig. 2) fue satisfactoria, pues las transformaciones morfológicas ocurridas previamente indican que las larvas pudieron comenzar la alimentación externa antes de que se terminara el vitelo y la gota de aceite, lo cual asegura una sobrevivencia elevada. Relacionado con lo mencionado anteriormente, Maslova y Aronovich (1985) consignaron que

estructuras fuera del rango adecuado no fueron morfológicamente preparadas para el exógeno alimentación en el momento en que el vitelo fue totalmente consumido.

Los experimentos de Kuo *et al.* (1973) con *M. cephalus* larvas a la misma temperatura de este artículo, mostraron que las larvas consumieron más rápido el vitelo (tres días antes) y la gota de aceite (un día antes) y que la boca fue funcional un día antes que *M. liza* (Fig. 2). Estos hechos no corresponden con la naturaleza más tropical de *M. liza* y deben ser una característica específica.

El crecimiento larval obtenido fue entre los reportados para *M. cephalus* por Liao *et al.* (1971) y Kuo *et al.* (1973) indicando similitudes entre ambas especies.

las larvas de *M. cephalus* a temperaturas más bajas o más altas que las del intervalo adecuado no estaban morfológicamente preparadas para la alimentación exógena en el momento de terminar de consumir el vitelo.

En los experimentos de Kuo *et al.* (1973) con larvas de *M. cephalus* a la misma temperatura de este trabajo, consignaron que las larvas consumieron más rápidamente el vitelo (tres días antes) y la gota de aceite (un día antes) y la boca fue funcional un día antes que en *M. liza* (Fig. 2), lo cual no se corresponde con la naturaleza más tropical de *M. liza*. Esto debe constituir una característica específica.

El crecimiento larval obtenido fue intermedio entre los reportes de Liao *et al.* (1971) y Kuo *et al.* (1973) para *M. cephalus*, lo cual indica similitudes entre ambas especies.

El régimen de alimentación empleado por Liao *et al.* (1971) es uno de los más completos. El aplicado con *M. liza* no contempló la utilización de un alimento inicial más pequeño que los rotíferos, como los huevos y larvas de ostiones suministrados por Liao *et al.* (1971), aunque esa práctica no se ha continuado en países como Japón por las dificultades a escala comercial (Kuronuma y Fukusho, 1984). Tampoco se utilizó un alimento intermedio entre los rotíferos y los nauplios de *Artemia*, como los copépodos, cuya importancia ha sido señalada por Houde (1973) para peces marinos en general y por Kraul (1983) para *M. cephalus* en particular; Kuo *et al.* (1973) y Houde *et al.* (1976) los emplearon para las larvas de *M. cephalus* y *M. curema* respectivamente, como único alimento con buenos resultados. El uso de los copépodos permitirá retrasar el suministro de los nauplios de *Artemia* que, por su fuerte fototropismo positivo, se concentran en la superficie del agua, posibilitando que las larvas de peces inflen en exceso la vejiga de los gases por su mayor permanencia en la superficie, atraídos por el alimento y con ello sufran altas mortalidades en el segundo período crítico.

Las mortalidades de las larvas por ingestión de cápsulas y quistes no eclosionados de *Artemia* muestran la baja eficiencia del sistema empleado para separar los nauplios, lo cual es común. Estos problemas pueden eliminarse con técnicas de decapsulación (Sorgeloos *et al.*, 1977).

The feeding schedule used by Liao *et al.* (1971) is one of the most complete. The one used with *M. liza* did not include an initial food smaller than rotifers, as the oyster eggs and larvae supplied by Liao *et al.* (1971), although that practice has not been continued in countries like Japan because of the difficulties on a commercial scale (Kuronuma and Fukusho, 1984). Also, we did not use an intermediate food between rotifers and *Artemia* nauplii, like copepods, the importance of which has been pointed out by Houde (1973) for marine fish in general and by Kraul (1983) for *M. cephalus* in particular. Copepods were supplied by Kuo *et al.* (1973) and Houde *et al.* (1976) to *M. cephalus* and *M. curema* larvae respectively, as the only food with good results.

By the use of copepods, the supply of *Artemia* nauplii can be retarded, as they have a strong positive phototropism and concentrate in the water surface, where the fish larvae inflate in excess their gas bladders due to their long stay in the surface layers attracted by the food, suffering high mortalities in the second critical period.

The larval mortalities by the ingestion of shells and unhatched *Artemia* cysts showed the low efficiency of the system for the segregation of nauplii, which is something common. These problems can be overcome with decapsulation techniques (Sorgeloos *et al.*, 1977).

In our experiments, the density of *Artemia* nauplii was not higher than 5/ml through all the rearing period, although Nash and Shehadeh (1980) recommended a gradual increment to 20/ml at day 30 for *M. cephalus* larvae.

The results obtained showed that the tarpaulin tanks are not adequate for larval rearing, at least in the conditions of this trial, and indicate the importance of a strong aeration in the centre of the tank, confirming the results of Nash *et al.* (1977) with *M. cephalus*.

Liao (1975) reported that lowering the salinity beginning at day 5-7 after hatching inhibited gas bladder malformations. With *M. liza* we faced difficulties with the gas bladder, but lowering of salinity was begun at day 10, following Nash and Shehadeh (1980).

The initial larval density used was similar to the best applied before with the species (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1988),

En nuestros experimentos la densidad de los nauplios de *Artemia* no se elevó por encima de 5/ml en todo el período de cría, mientras que Nash y Shehadeh (1980) recomendaron para *M. cephalus* un incremento gradual hasta alcanzar 20/ml para larvas de 30 días.

Los resultados obtenidos indican que los tanques de tarpaulín no son adecuados para la cría de larvas, al menos en las condiciones de este trabajo, y resaltan la importancia de suministrar una fuerte aireación en el centro del tanque con lo cual se confirman los resultados de Nash *et al.* (1977) con *M. cephalus*.

Liao (1975) consignó que la disminución de la salinidad a los 5-7 días de la eclosión inhibió las malformaciones de la vejiga de los gases. Con *M. liza* se presentaron dificultades con la vejiga de los gases, pero la disminución de la salinidad se realizó a partir del décimo día, siguiendo a Nash y Shehadeh (1980).

La densidad inicial de larvas empleada fue similar a la que mejor resultado aportó con la especie (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1988) que fue la menor experimentada en esa ocasión (20/l); sin embargo, las mejores sobrevivencias obtenidas en Taiwán y Hawai se lograron con densidades algo menores, entre 5 y 23/l (Liao, 1975; Nash *et al.*, 1977; Kraul, 1983). Blaxter (1981) recomendó de forma general para peces marinos utilizar de 3 a 10 larvas por litro, mientras que Nash y Koningsberger (1981) recomendaron una densidad de 6/l para *M. cephalus*.

Los períodos críticos con altas mortalidades sufridas en este trabajo coincidieron con los consignados por Alvarez-Lajonchere *et al.* (1988) y con los de otros reportes (Liao, 1975; Houde *et al.*, 1976; Nash *et al.*, 1977; Brasola *et al.*, 1979; Nash y Shehadeh, 1980). En general, las larvas que sobreviven al día 25 de vida pueden considerarse establecidas.

Debido a que la metamorfosis terminó a los 40 días de la eclosión, es posible que el traslado de los juveniles hacia las instalaciones de alevinaje pueda realizarse en ese momento y no esperar al día 50, como en el caso de *M. cephalus* como lo recomendaron Nash y Shehadeh (1980), e incluso deben realizarse pruebas con postlarvas de 26-28 días de eclosionadas, trasladándose a estanques de tierra pequeños y bien fertilizados, lo cual dio muy buenos resultados en *Chelon labrosus* (Cataudella 1986, comunicación personal).

El primer reporte de obtención de juveniles de *M. liza* por reproducción controlada correspondió a Benetti y Fagundes-Netto (1982) en Brasil. Alvarez-Lajonchere *et al.*

which was the lowest tried on that occasion (20/l), although best survivals in Taiwan and Hawaii were obtained with slightly smaller densities, between 5 and 23/l (Liao, 1975; Nash *et al.*, 1977; Kraul, 1983). Blaxter (1981) recommended, for marine fish in general, 3 to 10 larvae per litre, and Nash and Koningsberger (1981) recommended a density of 6/l for *M. cephalus*.

The critical periods with high mortalities faced in this work agree with those reported in an earlier trial (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1988) and with other reports (Liao, 1975; Houde *et al.*, 1976; Nash *et al.*, 1977; Brasola *et al.*, 1979; Nash and Shehadeh, 1980). In general, larvae that survive at day 25 can be considered established.

As metamorphosis finished 40 days after hatching, it is possible that the juveniles can be transferred to the nursery facilities at that moment, instead of waiting to day 50 as recommended by Nash and Shehadeh (1980) for *M. cephalus*. Also, some trials should be done transferring 26-28 day old larvae to small well-fertilized earth ponds, as this treatment gave very good results in *Chelon labrosus* (Cataudella, 1986, personal communication).

The first report of reaching juvenile stage with *M. liza* by controlled reproduction corresponded to Benetti and Fagundes-Netto (1982) in Brasil. Alvarez-Lajonchere *et al.* (1988) reported a survival of 11.1% at day 25 in which total mortality occurred by an electric power failure. In the present trial, the survival obtained was very low, facing several logistic difficulties such as salt and fresh water of low quality, electric power failures and air system contamination, that already on day 25 had caused 99.8% of total mortality, although it was the first time the juvenile stage was reached of mugilid species in Cuba.

Based on the results obtained, the possibilities of increasing survival of *M. liza* larvae are high considering the similarities with *M. cephalus*, with which high survivals have been obtained, especially in Taiwan and Hawaii. The first spawning trials in Taiwan were started in 1963 (Tang, 1964) and in 1968 in Hawaii (Shehadeh and Ellis, 1970), reaching experimental productions of 50,000 juveniles/year in Taiwan (Nash and Shehadeh, 1980) with 20% survival (Liao, 1975), and in Hawaii the work is at the pilot scale, with a production of 300,000 juveniles in 1988 and 30-50% survival (Oceanic Institute, 1988, *in litt.*).

(1988) lograron 11.1% de sobrevivencia al día 25 de vida en que murieron por una interrupción prolongada de la corriente eléctrica. En el presente trabajo, la sobrevivencia fue muy baja y se confrontaron diversas dificultades logísticas como baja calidad del agua salada y dulce, interrupciones de la corriente eléctrica y contaminantes en el sistema de aireación, por lo que el día 25 después de la eclosión la mortalidad alcanzó el 99.8% de la mortalidad total; sin embargo, fue la primera vez en que se alcanzó la etapa de juvenil en una especie de mugilido en Cuba.

A partir de los resultados obtenidos, las perspectivas de incremento de la sobrevivencia de las larvas de *M. liza* son altas, dada la similitud con *M. cephalus*, con la cual se han logrado altas sobrevivencias, especialmente en Taiwán y Hawai. Los primeros trabajos de desove en Taiwán comenzaron en 1963 (Tang, 1964) y en 1968 en Hawai (Shehadeh y Ellis, 1970). En Taiwán se han alcanzado producciones experimentales de 50,000 juveniles/año (Nash y Shehadeh, 1980) con sobrevivencias del 20% (Liao, 1975), y en Hawai produjeron 300,000 juveniles en 1988 con una sobrevivencia del 30-50% (Oceanic Institute, 1988, *in litt.*).

LITERATURA CITADA

Alvarez-Lajonchere, L., Berdayes Arritola, J., Díaz Bellido, S.J. y Laiz Averhoff, O. (1983). Método de muestreo *in vivo* de ovocitos intraováricos en las lisas *Mugil liza* y *M. curema* (Pisces, Mugilidae) y en el patao *Eugerres brasiliensis* (Pisces, Gerreidae). *Rev. Latinoam. Acuicult.*, (18): 27-38.

Alvarez-Lajonchere, L., Berdayes Arritola, J., Laiz Averhoff, O. and Díaz Bellido, S.J. (1988). Positive results of induced spawning and larval rearing experiments with *Mugil liza* Val., a grey mullet from Cuban waters. *Aquaculture*, 73: 349-355.

Benetti, D. and Fagundes Netto, E. (1982). Production of mullet's fingerlings (Pisces, Mugilidae) in laboratory. *Atlantica*, 5(2): 4.

Blaxter, J.H.S. (1981). The rearing of larval fish. In: A.D. Hawkins (ed.), *Aquarium Systems*. London, Academic Press, pp. 303-323.

English translation by the author.

Brasola, V., Kalfa, A.M. and Cannas, A. (1979). Esperienze positive di riproduzione artificiale di *Mugil cephalus* (L.) effettuate nelle Laguna di Orbetello. *Riv. Ital. Piscic. Ittiopatol.*, 14(1): 15-20.

Houde, E.D. (1973). Some recent advances and unsolved problems in the culture of marine fish larvae. *Proc. World Maricult. Soc.*, 3: 83-112.

Houde, E.D., Berkeley, S.A., Klinovsky, J.J. and Schekter, R.C. (1976). Culture of larvae of the white mullet *Mugil curema* Valenciennes. *Aquaculture*, 8(4): 365-370.

Kraul, S. (1983). Results and hypotheses for the propagation of the grey mullet *Mugil cephalus* L. *Aquaculture*, 30: 273-284.

Kulikova, N.I. (1982). Opyt Poluchenija Zrelykh Polovykh Kletok Kefalej. *Ryb. Khoz.*, (9): 22-25.

Kuo, C.M., Shehadeh, Z.H. and Milisen, K.K. (1973). A preliminary report on the development, growth and survival of laboratory reared larvae of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *J. Fish Biol.*, 5: 459-470.

Kuronuma, K. and Fukusho, K. (1984). Rearing of marine fish larvae in Japan. Ottawa (Ont.), International Development Research Centre, IDRC-TS47e, 109 pp.

Lee, C.S., Tamure, C.S., Miyamoto, G.T. and Kelley, C.D. (1987). Induced spawning of grey mullet (*Mugil cephalus*) by LHRH-a. *Aquaculture*, 62: 327-336.

Liao, I.C. (1975). Experiments on induced breeding of the grey mullet in Taiwan from 1963 to 1973. *Aquaculture*, 6: 31-58.

Liao, I.C., Lu, Y.J., Hwang, T.L. and Lin, M.C. (1971). Experiments on induced breeding of the grey mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus). *Fish. Ser. Chin.-Am. Jt. Comm. Rur. Reconstr.*, (11): 1-29.

Maslova, O.N. y Aronovich, T.M. (1985). (Influencia de la temperatura sobre la

- tasa de desarrollo de las larvas de la lisa y eficiencia de la utilización del vitelo.) Resumen. VI Conferencia URSS Ecofisiología y Bioquímica de Peces, Vilnius, septiembre de 1985, pp. 143-144.
- Nash, C.E. and Koningsberger, R.M. (1981). Artificial propagation. In: O.H. Oren (ed.), Aquaculture of Grey Mullet. Cambridge, Cambridge Univ. Press, pp. 265-312.
- Nash, C.E. and Shehadeh, Z.H. (eds.) (1980). Review of breeding and propagation for grey mullet *Mugil cephalus* L. ICLARM Stud. Rev., 3: 1-87.
- Nash, C.E., Kuo, C.M. and McConnell, S.C. (1974). Operational procedures for rearing larvae of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). Aquaculture, 3: 15-24.
- Nash, C.E., Kuo, C.M., Madden, W.D. and Paulsen, C.L. (1977). Swimbladder inflation and survival of *Mugil cephalus* to 50 days. Aquaculture, 12: 89-94.
- Shehadeh, Z.H. and Ellis, J.N. (1970). Induced spawning of the striped mullet (*Mugil cephalus* L.). J. Fish Biol., 2: 355-360.
- Sorgeloos, P., Bossuyt, B., Lavina, E., Baeza-Mesa, M. and Persoone, G. (1977). Decapsulation of *Artemia* cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture. Aquaculture, 12: 311-316.
- Tang, Y.A. (1964). Induced spawning of striped mullet by hormone injection. Jap. J. Ichthyol., 12(1/2): 23-28.