

**EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA CEPA DE
Artemia LAS CUMARAGUAS, PARAGUANA, VENEZUELA**

**EVALUATION OF THE QUALITY OF THE STRAIN OF
Artemia LAS CUMARAGUAS, PARAGUANA, VENEZUELA**

Zoraya Alvarez
Roselena Sánchez

Laboratorio de Cultivos Marinos
Centro de Investigaciones Marinas
Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM)
Plaza Antillana, La Vela de Coro
Falcón, Venezuela

Recibido en enero de 1994; aceptado en marzo de 1994

RESUMEN

Se caracterizaron biológicamente poblaciones de *Artemia* de Las Cumaraguas, Paraguaná, Venezuela, en términos de biometría de quistes y nauplios, porcentaje, eficiencia, tasa y producción de la eclosión. Los quistes de *Artemia* se recolectaron quincenalmente, entre los meses de enero a septiembre de 1991, y se determinaron simultáneamente los factores ambientales de salinidad y temperatura. El diámetro promedio de los quistes hidratados fue 238.14 μm (d.e. \pm 0.012). El tamaño promedio del nauplio (Instar I) fue 438.69 μm (d.e. \pm 0.028) y el espesor promedio del corión 11.36 μm (d.e. \pm 0.012). Los promedios de porcentaje y eficiencia de eclosión fueron 81.25% (d.e. \pm 3.27) y 203.505 nauplios/g (d.e. \pm 20.95). En cuanto a la tasa de eclosión, el T_{90} se produjo a las 24.14 horas y el tiempo de sincronización se logró a las 10.7 horas. La producción de la eclosión osciló entre 184.3 y 354.53 mg/g de quistes. Los resultados revelan que el aprovechamiento de *Artemia* de Las Cumaraguas ofrece buenas perspectivas para la acuicultura.

Palabras clave: *Artemia*, cepa autóctona, caracterización, calidad.

ABSTRACT

Quality evaluation tests were done on the strain of *Artemia* Las Cumaraguas, Paraguaná, Venezuela, in terms of cyst and naupliar (Instar I) biometrics, as well as percentage, efficiency, rate and productivity of hatching. Bi-monthly sampling of cysts was carried out from January to September 1991. Simultaneously, temperature and salinity were measured. Average hydrated cyst diameter was 238.14 μm (s.d. \pm 0.012). Average length of the nauplii (Instar I) was 438.69 μm (s.d. \pm 0.028) and average chorion thickness 11.36 μm (s.d. \pm 0.012). Average hatching percentage and efficiency were 81.25% (s.d. \pm 3.27) and 203.505 nauplii/g (s.d. \pm 20.95), respectively. As to hatching rate, T_{90} was observed at 24.14 hours and the hatching synchrony was obtained at 10.7 hours. Hatching productivity ranged from 184.3 to 354.53 mg/g of cysts. Results reveal the potentiality of *Artemia* from Las Cumaraguas and its possible use in aquaculture.

Key words: *Artemia*, local strain, characterization, quality.

INTRODUCCION

Artemia es la fuente de proteína más frecuentemente utilizada para la alimentación de especies cultivables; sin embargo, existe un abastecimiento reducido en el mercado a pesar de que el suministro de nauplios de *Artemia* es primordial para las actividades de larvicultura, principalmente de camarones peneidos (Ortiz *et al.*, 1991; Amat *et al.*, 1992; Newmark, 1992).

En América Latina y el Caribe, el cultivo de camarones peneidos representa una actividad económica importante. En 1989, la producción mundial de camarón cultivado fue de 565,000 t. Más del 40% de esta producción provino de granjas de la región (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED-D, 1991). Todo este desarrollo de la industria del cultivo del camarón depende de la importación masiva de *Artemia* proveniente en su mayoría de los Estados Unidos de América.

Por la reconocida escasez de este branchiopodo en el mercado, se ha generado a nivel mundial una actividad importante de localización e identificación de nuevas cepas, con el objeto de definir su potencial de explotación y su contribución al abastecimiento de los mercados nacionales e internacionales (Amat *et al.*, 1992). Tales investigaciones revelan que existe escasa información sobre el origen y características de la *Artemia* de diferentes localidades. Esto sugiere la necesidad de estudios sobre la calidad de la cepa para ser utilizada en la acuicultura de diversas especies.

La variabilidad observada de una cepa de *Artemia* a otra no sólo se manifiesta en aspectos biométricos sino también en aquéllos relativos a la eclosión que pueden estar influenciados por condiciones ambientales o por técnicas de manejo. Por ello, la evaluación de diferentes cepas es importante para poder darle a éstas el mejor manejo, mejorar su calidad, disminuir los costos por importación y reducir así los costos de producción de las granjas comerciales. El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad de la cepa de *Artemia* de las salinas Las Cumaraguas, Venezuela, en términos de biometría de quistes y nauplios, porcentaje, eficiencia, tasa y producción de la eclosión.

INTRODUCTION

Artemia is the source of protein most frequently used as feed for culturable species. However, there is a limited supply on the market despite the importance of *Artemia* nauplii for the culture of larvae, mainly of penaeid shrimp (Ortiz *et al.*, 1991; Amat *et al.*, 1992; Newmark, 1992).

In Latin America and the Caribbean, the culture of penaeid shrimp is an important economic activity. In 1989, the worldwide production of cultured shrimp was 565,000 metric tons. More than 40% of this production came from farms of the region (*Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED-D*, 1991). The development of the shrimp culture industry depends on the massive importation of *Artemia*, mainly from the United States.

In view of the shortage of this branchiopod on the market, important efforts are being made worldwide to locate and identify new strains, in order to define their exploitation potential and their contribution to national and international market supplies (Amat *et al.*, 1992). These investigations show that there is little information on the origin and characteristics of *Artemia* from different localities, suggesting that studies are needed on the quality of the strains to be used in aquaculture of diverse species.

The variability observed from one strain of *Artemia* to another is not only evinced by biometric aspects, but also by those related to hatching that may be influenced by environmental conditions or handling techniques. Therefore, the evaluation of different strains is important to improve their handling and quality and to reduce importation costs, thus lowering the production costs of commercial farms. The objective of this study is to determine the quality of the strain of *Artemia* from Las Cumaraguas saltworks in Venezuela, in terms of cyst and naupliar biometrics, as well as percentage, efficiency, rate and productivity of hatching.

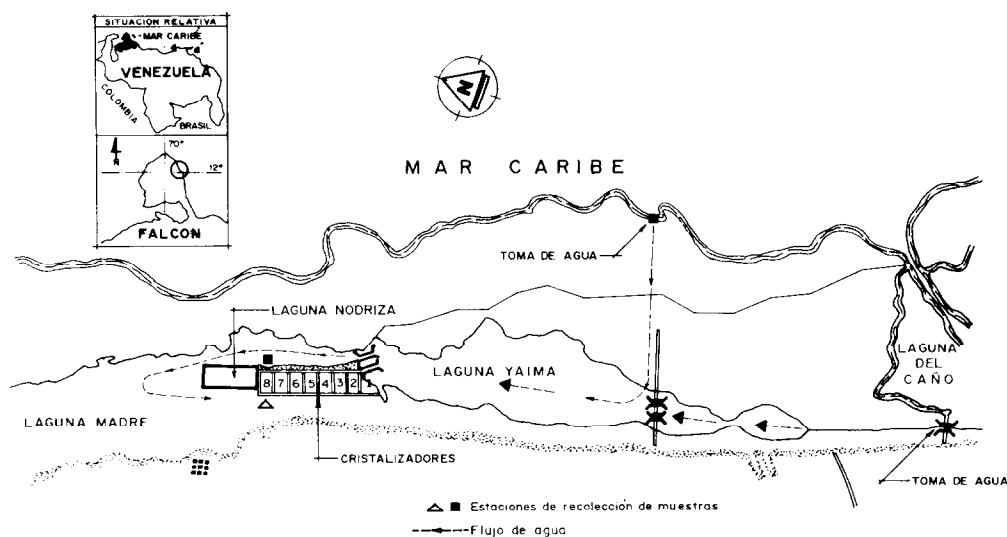


Figura 1. Situación relativa de las salinas Las Cumaraguas, Falcón (Venezuela).
Figure 1. Relative situation of Las Cumaraguas saltworks, Falcón (Venezuela).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio

La península de Paraguaná se localiza en el Estado Falcón, al oeste de Venezuela (Fig. 1). El clima del estado se clasifica como seco, de características desérticas y semidesérticas con escasa pluviosidad; está sometido a la acción de los vientos alisios y su temperatura ambiental promedio es de 27.7°C (Fundación La Salle, 1985). Las salinas Las Cumaraguas, se encuentran localizadas al noreste de la península de Paraguaná, a los 12°06' N y 69°53' O. Estas poseen una extensión de 310 ha y constituyen un sistema de lagunas naturales y artificiales interconectadas, en las cuales el agua pasa por gravedad o bombeo hasta los cristalizadores (Fig. 1).

Recolección y procesamiento de quistes

Muestreos previos (Alvarez y Sánchez, 1991) en varias estaciones de las salinas determinaron dos sitios permanentes de recolección

MATERIALS AND METHODS

Location of the study area

The Paraguaná Peninsula is located in the state of Falcón, in western Venezuela (Fig. 1). The state has a dry climate, with arid and semi-arid characteristics and scant rainfall; it is subjected to the action of trade winds and mean environmental temperature is 27.7°C (Fundación La Salle, 1985). Las Cumaraguas saltworks are located in the northeastern part of the Paraguaná Peninsula (12°06' N, 69°53' W). They cover an area of 310 ha and constitute a system of interconnected natural and artificial lagoons, through which water flows by gravity or is pumped to the crystallizers (Fig. 1).

Collection and processing of cysts

Previous samplings (Alvarez and Sánchez, 1991) at several stations at the saltworks determined two permanent sites for the collection of cysts (Fig. 1). For the analyses, cyst samples

de quistes (Fig. 1). Los análisis se efectuaron a partir de muestras de quistes recogidos de enero a septiembre de 1991. Los quistes recolectados cada mes fueron codificados como 91-001 al 91-009, que corresponden de enero (001) a septiembre (009) de 1991. En julio y agosto no se hizo recolección. Los quistes fueron encontrados en la orilla, en algunas ocasiones acumulados en bandas al descubierto y en otras bajo las costras que se forman al evaporarse el agua en la orilla. En ambos casos, la densidad de quistes fue variable. Los quistes así recolectados fueron transportados al laboratorio en frascos de vidrio con salmuera y procesados mediante la técnica de biflotación diferencial. Se filtraron a través de mallas de 500, 300 y 200 μm y se secaron en bandejas, en una estufa marca Memmert V-40 (de intervalo de 30 a 220°C y 1°C de apreciación), a 40°C hasta lograr peso constante, según las técnicas descritas por Amat (1985) y Sorgeloos *et al.* (1986). En los sitios de recolección se midieron los factores de salinidad con un refractómetro marca ATAGO S-Mill (de intervalo de 0 a 100‰ y 1‰ de apreciación) y temperatura con un termómetro normal de laboratorio.

Biometría de quistes y nauplios

Para el análisis de las características biométricas de la cepa de *Artemia* Las Cumaraguas se estudiaron los siguientes parámetros, empleando las técnicas de Vanhaecke y Sorgeloos (1980) y Ortiz *et al.* (1991):

Diámetro del quiste hidratado: Antes de la medición de los quistes, las muestras ($n = 100$) se colocaron en agua marina (35‰), con aireación y luz constante de una lámpara de 40 watts, durante dos horas.

Largo del Nauplio (Instar I): Una muestra de quistes se incubó en agua de mar (35‰), a $\pm 28^\circ\text{C}$ y luz constante de una lámpara de 40 watts. Los nauplios se cosecharon cuando se alcanzó el 90% de la eclosión. Se tomaron 120 nauplios (Instar I) por muestra y se fijaron en lugol (5%), para medirlos posteriormente.

En ambos casos, se obtuvieron las medidas del diámetro de los quistes y longitud de los nauplios con un microscopio estereoscópico (WILD) equipado con un micrómetro ocular.

were collected from January to September 1991. The cysts collected each month were codified from 91-001 to 91-009, corresponding to January (001) through September (009) of 1991. Collections were not made in July and August. The cysts were found on the shore, on some occasions in exposed groups and on others beneath the crusts that form when the water on the shore evaporates. In both cases, the density of cysts varied. The samples were transported to the laboratory in glass flasks with brine and processed following the differential bi-flotation technique. They were filtered through 500, 300 and 200 μm meshes and dried on trays in a Memmert V-40 oven (of 30-220°C range and accuracy of 1°C) at 40°C until constant weight, according to the methods described by Amat (1985) and Sorgeloos *et al.* (1986). At the collecting sites, salinity was measured with an ATAGO S-Mill refractometer (range of 0-100‰ and accuracy of 1‰) and temperature with a standard laboratory thermometer.

Biometry of cysts and nauplii

For the analysis of the biometric characteristics of the strain of *Artemia* Las Cumaraguas, the following parameters were studied using the techniques of Vanhaecke and Sorgeloos (1980) and Ortiz *et al.* (1991):

Hydrated cyst diameter: Prior to measuring the cysts, the samples ($n = 100$) were placed in seawater (35‰), with aeration and constant light provided by a 40-W lamp for two hours.

Length of the nauplii (Instar I): A sample of cysts was incubated in seawater (35‰) at $\pm 28^\circ\text{C}$, with continuous illumination provided by a 40-W lamp. The nauplii were harvested when 90% of the hatching was obtained; 120 nauplii (Instar I) were taken per sample and fixed in lugol (5%), for their subsequent measurement.

Both the cyst diameter and naupliar length were determined under a stereoscopic microscope (WILD) equipped with an ocular micrometer.

Chorion thickness: A sample of cysts was treated, following the decapsulation method, with 5.2% active sodium hypochlorite (Sor-

Espesor del Corión: Una muestra de quistes se trató con el método de descapsulación con hipoclorito de sodio, al 5.2% de producto activo (Sorgeloos *et al.*, 1986). Para determinar el grosor del corión, se obtuvo la diferencia entre el diámetro del quiste hidratado y el diámetro del quiste descapsulado. Se procesaron 100 quistes por muestra.

Todas las mediciones obtenidas en la biometría de quistes y nauplios fueron analizadas mediante la prueba de *T* para establecer el nivel de significación de las medias y se determinaron los límites de confianza al 95% de significación para cada parámetro biométrico analizado (Sokal y Rohlf, 1981).

Eclósión de la cepa

A partir de muestras procesadas de 100 g, se determinó la eclósión de la cepa siguiendo la metodología empleada por Amat (1985) y Sorgeloos *et al.* (1986) en cuanto a: porcentaje de eclósión (H%), definido como el número de nauplios producidos en 100 quistes; eficiencia de la eclósión (HE), número de nauplios obtenidos por cada gramo de quistes; tasa de eclósión, porcentaje de la eclósión en función del tiempo a una temperatura dada (T_{10} , T_{50} , T_{90}) y sincronía de eclósión (T_s), como el tiempo que separa T_{90} de T_{10} ; producción de la eclósión (HO), dada como miligramo de peso seco del nauplio por gramo de quistes; y el peso seco individual del nauplio, definido como la producción de la eclósión entre la eficiencia de la eclósión.

Se aplicó un análisis ANVA de una vía para detectar variaciones entre las muestras en cuanto a eficiencia de eclósión y producción de la eclósión (Sokal y Rohlf, 1981).

RESULTADOS

Con la cepa de *Artemia* localizada en Las Cumaraguas, a los 12°06' N y 69°53' O (Fig. 1), se extiende la distribución de cepas venezolanas consideradas por Sorgeloos *et al.* (1986).

En la tabla 1, se presentan los valores de la biometría de los quistes y nauplios de *Artemia* obtenidos para varias muestras recogidas entre enero y septiembre de 1991 y se registran los

geloos *et al.*, 1986). To determine the thickness of the chorion, the difference between the hydrated cyst diameter and decapsulated cyst diameter was obtained. One hundred cysts were processed per sample.

All the measurements obtained in the biometry of cysts and nauplii were analysed with the *T*-test to establish the significance level of the means, and the 95% confidence limits were determined for each biometric parameter analysed (Sokal and Rohlf, 1981).

Hatching of the strain

From processed samples of 100 g, the hatching of the strain was determined following the methodology used by Amat (1985) and Sorgeloos *et al.* (1986), in terms of: hatching percentage (H%), defined as the number of nauplii produced in 100 cysts; hatching efficiency (HE), number of nauplii obtained per each gram of cysts; hatching rate, hatching percentage as a function of time at a given temperature (T_{10} , T_{50} , T_{90}) and hatching synchrony (T_s) as the time that separates T_{90} from T_{10} ; hatching output (HO), given in milligrams of naupliar dry weight per gram of cysts; individual naupliar dry weight, defined as the ratio of hatching output to hatching efficiency.

One-way ANOVA was applied to detect variations among the samples with regard to hatching efficiency and hatching productivity (Sokal and Rohlf, 1981).

RESULTS

The strain of *Artemia* found at Las Cumaraguas, at 12°06' N and 69°53' W (Fig. 1), extends the distribution of Venezuelan strains reported by Sorgeloos *et al.* (1986).

The values of the biometry of cysts and nauplii of *Artemia* obtained for several samples collected between January and September 1991, as well as those of the environmental factors (temperature and salinity) recorded at the time of collection are presented in table 1. The table shows that the means determined for each sample present small standard deviations. The *T*-test statistically confirms the significance level of $P < 0.001$.

Tabla 1. Biometría de los quistes y nauplios de *Artemia* de las salinas Las Cumaraguas (Venezuela) y factores ambientales (salinidad y temperatura) en el momento de recolección.

Table 1. Biometrics of cysts and nauplii of *Artemia* from Las Cumaraguas saltworks (Venezuela), and environmental conditions (salinity and temperature) at the time of collection.

Muestra (salinidad, temperatura)	Diámetro del quiste hidratado (μm)	Largo del nauplio (Instar I) (μm)	Espesor del corión (μm)
91-001 (234‰, 29°C)	240 (± 0.013)*	461.66 (± 0.031)*	11.82 (± 0.012)*
91-002 (260‰, 29°C)	240.76 (± 0.012)*	430.5 (± 0.038)*	14.53 (± 0.014)*
91-003 (250‰, 33°C)	237.4 (± 0.012)*	466.66 (± 0.023)*	13.56 (± 0.012)*
91-004 (240‰, 30°C)	243.22 (± 0.011)*	458.33 (± 0.021)*	4.13 (± 0.013)*
91-005 (282‰, 31°C)	236.63 (± 0.012)*	474.35 (± 0.023)*	7.2 (± 0.011)*
91-006 (465‰, 30°C)	243.73 (± 0.012)*	419.76 (± 0.037)*	17.69 (± 0.011)*
91-009 (440‰, 36°C)	225.26 (± 0.012)*	359.6 (± 0.028)*	10.59 (± 0.012)*
\bar{X}	238.14 (± 0.012)	438.69 (± 0.028)	11.36 (± 0.012)

Entre paréntesis se expresa la desviación estándar correspondiente

* $P < 0.001$

factores ambientales (salinidad y temperatura) en el momento de la recolección. En la misma tabla, se observa que las medias determinadas para cada muestra presentan desviaciones estándar pequeñas. La prueba T confirma estadísticamente el nivel de significación de $P < 0.001$.

El diámetro promedio del quiste hidratado fue de $238.14 \mu\text{m}$ (d.e. ± 0.012), el largo del nauplio (Instar I) varió de 419.79 a $474.35 \mu\text{m}$ (d.e. ± 0.028). En el espesor del corión se observó una variación que osciló entre $4.13 \mu\text{m}$ y $17.69 \mu\text{m}$. Los límites de confianza para estos parámetros fueron: quistes hidratados ($L = 238 \pm 5.37$), largo del nauplio ($L = 438.69 \pm 32.02$) y espesor del corión ($L = 11.36 \pm 3.64$).

Los resultados de los criterios de calidad estudiados se muestran en la tabla 2. Los promedios de porcentaje y eficiencia de eclosión se ubicaron en 81.25% (d.e. ± 3.27) y 203.505 nauplios/g (d.e. ± 20.95), respectivamente. La producción de la eclosión varió entre 184.3 y

The average hydrated cyst diameter was $238.14 \mu\text{m}$ (s.d. ± 0.012), the length of the nauplii (Instar I) ranged from 419.79 to $474.35 \mu\text{m}$ (s.d. ± 0.028) and chorion thickness from 4.13 to $17.69 \mu\text{m}$. The confidence limits for these parameters were: hydrated cysts, $L = 238 \pm 5.37$; length of nauplii, $L = 438.69 \pm 32.02$; chorion thickness, $L = 11.36 \pm 3.64$.

The results of the quality criteria studied are shown in table 2. Average hatching percentage and efficiency were 81.25% (s.d. ± 3.27) and 203.505 nauplii/g (s.d. ± 20.95), respectively. Hatching productivity ranged from 184.3 to 354.53 mg/g of cysts. The dry weight of nauplii was, on average, $1.42 \mu\text{g}$. With regard to hatching rate, T_{90} was observed around 24.14 hours and hatching synchrony was obtained at approximately 10.7 hours. One-way ANOVA determined significant variations among the samples with regard to hatching efficiency ($F_3 = 38.34$, $P < 0.01$) and hatching productivity ($F_3 = 6.63$, $P < 0.01$).

354.53 mg/g de quistes. El peso seco del nauplio, en promedio, fue 1.42 μg . En cuanto a la tasa de eclosión, el T_{90} se produjo alrededor de las 24.14 horas y el tiempo de sincronización se logró aproximadamente a las 10.7 horas. El ANVA de una vía determinó variaciones significativas entre las muestras en cuanto a eficiencia de eclosión ($F_3 = 38.34$, $P < 0.01$) y producción de la eclosión ($F_3 = 6.63$, $P < 0.01$).

La Fig. 2 es un gráfico comparativo de algunos de los criterios de calidad de quistes de *Artemia* de diferentes regiones con respecto a la cepa en estudio. En la misma gráfica (modificada de Vanhaecke y Sorgeloos, 1980, 1983), se observa que la cepa muestreada alcanza o supera los distintos niveles registrados para cepas comerciales como Great Salt Lake, EUA, y Macau, Brasil, y experimentales como ARC, Bélgica, y Araya, Venezuela.

En cuanto a los tiempos de eclosión (tabla 2), la cepa muestreada inicia su eclosión aproximadamente a las 12 horas y su tiempo de sincronización (T_s) se ubica entre las 8 y 11 horas. La Fig. 3 presenta los tiempos de eclosión de diferentes muestras de una misma cepa y de cepas de distinto origen. Analizando dicha figura notamos que las cepas comerciales (Brasil y EUA) inician las eclosiones más tardíamente (entre 14 y 16 horas), pero pueden presentar tiempos de sincronía más cortos, como la muestra de Macau 871-1172, cuyo T_s es de 4.4 horas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Amat (1985) establece que entre los criterios que definen la calidad de quistes de *Artemia* y su uso como organismo adecuado para nutrir estadios larvarios están: 1) los niveles de la eclosión (porcentaje, eficiencia, biomasa y tasa) y 2) la biometría de quistes y nauplios.

Hontoria *et al.* (1989) proponen un modelo de evaluación cualitativa y establecen que porcentajes de eclosión cercanos al 88% pueden considerarse adecuados. De igual manera, Sorgeloos *et al.* (1986), al referirse a la eficiencia de eclosión, concluyen que los niveles óptimos de la misma se obtienen alrededor de los 300,000 nauplios/g.

Del análisis de los resultados obtenidos en este trabajo en cuanto a los porcentajes de eclo-

Figure 2 is a comparative graph of some of the quality criteria of *Artemia* cysts from different regions with respect to the Las Cumaraguas strain. This graph (modified from Vanhaecke and Sorgeloos, 1980, 1983) shows that the strain sampled reaches or exceeds the different levels reported for commercial strains from Great Salt Lake, USA, and Macau, Brazil, and experimental strains such as ARC, Belgium, and Araya, Venezuela.

Regarding hatching times (table 2), the strain sampled began hatching at approximately 12 hours and the time of synchronization (T_s) was between 8 and 11 hours. The hatching times of different samples of the same strain and of strains from different localities are presented in Fig. 3. It can be seen that the commercial strains (Brazil and USA) begin hatching later (between 14 and 16 hours), but may present shorter times of synchrony, such as the Macau 871-1172 batch, whose T_s is 4.4 hours.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Amat (1985) established that among the criteria that define the quality of *Artemia* cysts and their use as suitable organisms for the nutrition of larval stages, are: 1) the hatching levels (percentage, efficiency, biomass and rate) and 2) the biometry of cysts and nauplii.

Hontoria *et al.* (1989) proposed a model of qualitative evaluation and established that hatching percentages close to 88% may be considered adequate. Likewise, Sorgeloos *et al.* (1986) concluded that the optimum levels of hatching efficiency are obtained at around 300,000 nauplii/g.

From the analysis of the results obtained in this study regarding hatching percentage and hatching efficiency, it is inferred that these hatching levels can be considered acceptable. The values of hatching efficiency obtained are explained, in part, by the fact that the average size of the cysts from different samples was relatively small and, consequently, more cysts were obtained per gram of nauplii per sample analysed.

Amat *et al.* (1991) consider that hatching output (HO) gives better information on the hatching of a certain strain. Hontoria *et al.*

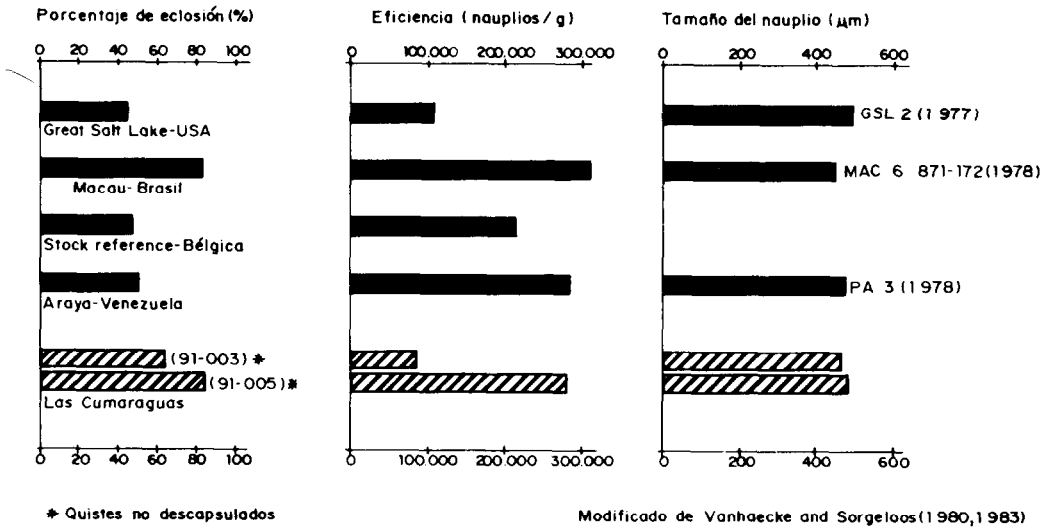


Figura 2. Gráfico comparativo de los criterios de calidad: porcentaje de eclosión, eficiencia de eclosión y tamaño del nauplio recién eclosionado de quistes de *Artemia* de diferentes regiones.

Figure 2. Comparative graph showing different hatching percentages, hatching efficiencies and size of nauplii newly-hatched from cysts of *Artemia* from different localities.

sión y de eficiencia de eclosión, se deduce que estos niveles de eclosión pueden considerarse aceptables. Los valores obtenidos en la eficiencia de eclosión se explican en parte porque el tamaño promedio de los quistes de las diferentes muestras fue relativamente pequeño y, en consecuencia, se tuvieron más quistes por gramo de nauplios por muestra analizada.

Amat *et al.* (1991) consideran que la producción de la eclosión (HO) ofrece una mejor información de la eclosión de una determinada cepa. Hontoria *et al.* (1987) sitúan la HO en 415.0 mg de nauplios secos por gramo de quistes deshidratados como nivel satisfactorio, en correspondencia con el peso seco medio de los nauplios, que fue de 2.97 g. En este estudio, el peso seco individual del nauplio condicionó el nivel de la biomasa de eclosión registrado.

Vanhaecke y Sorgeloos (1983) mencionan que la mayoría de las cepas comerciales eclosionan entre las 15 y 20 horas de incubación, lo que puede presentar inconvenientes para la obtención de nauplios Instar I. La cepa de *Artemia* de Las Cumaraguas presentó un tiempo de eclosión de aproximadamente 12 horas y un tiempo

(1987) report that an HO of 415.0 mg of dry nauplii per gram of dehydrated cysts is a satisfactory level, in correspondence with the mean dry weight of the nauplii, which was 2.97 µg. In this study, the individual naupliar dry weight determined the level of hatching biomass reported.

Vanhaecke and Sorgeloos (1983) mention that most of the commercial strains hatch between 15 and 20 hours of incubation; this could present drawbacks to obtain Instar I nauplii. The strain of *Artemia* Las Cumaraguas presented a hatching time of approximately 12 hours and a synchrony time between 8.8 and 11.6 hours. Castro (1993) indicates that if the time elapsed between hydration and hatching of 90% of the cysts does not exceed 29 hours so that there is no important loss of energy, the hatching rate is considered acceptable. The results obtained in this study show that the time required to obtain 90% of the hatching does not exceed 25.1 hours.

Studies have shown that variations in the quality of a strain not only occur from one place to another, but also from one harvest to

Tabla 2. Datos de porcentaje de eclosión (H%), eficiencia de eclosión (HE), tasa de eclosión, producción de la eclosión (HO) y peso individual del nauplio de siete muestras de *Artemia* de las salinas Las Cumaraguas (Venezuela).**Table 2.** Data on hatching percentage (H%), hatching efficiency (HE), hatching rate, hatching output (HO) and individual naupliar dry weight of seven samples of *Artemia* from Las Cumaraguas saltworks (Venezuela).

Muestra	H (%)	HE (nauplio/g)	Tasa de eclosión				HO (mg/g quistes)	Peso seco Ind. nauplio (µg)
			T ₁₀	T ₅₀	T ₉₀	T _s		
91-001	74.65 (± 6.15)	249.440 (± 36.67)	14.30	20.80	24.60	10.30	201.3 (± 15.90)	0.8
91-002	93.10 (± 2.66)	236.208 (± 23.27)	14.3	21.4	25.1	10.8	241.6 (± 25.94)	1.02
91-003	63.71 (± 5.63)	82.080 (± 13.48)	12.9	23.0	24.5	11.6	184.3 (± 15.46)	2.24
91-004	77.82 (± 2.23)	206.720 (± 17.30)	12.8	18.3	23.8	11.0	324.55 (± 39.37)	1.57
91-005	84.7 (± 3.21)	274.496 (± 12.97)	12.6	18.3	23.8	11.2	299.42 (± 20.64)	1.07
91-006	85.2 (± 1.24)	200.746 (± 20.47)	15.2	18.7	24.0	8.8	354.53 (± 39.77)	1.86
91-009	89.59 (± 1.79)	174.826 (± 22.5)	12.0	16.7	23.2	11.6	*	*
\bar{X}	81.25 (± 3.27)	203.505 (± 20.95)						

Entre paréntesis se expresa la desviación estándar correspondiente

* = parámetro no analizado

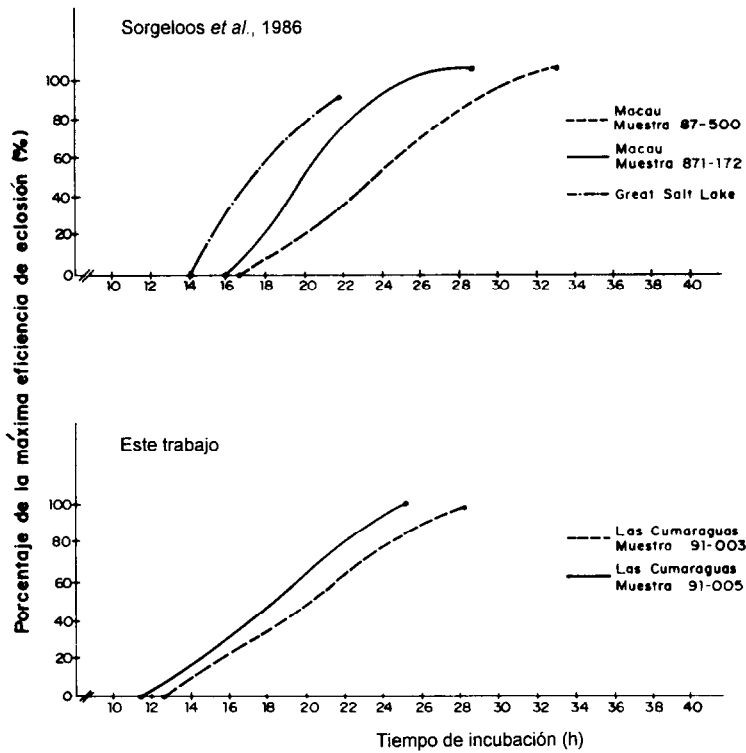


Figura 3. Tasas de eclosión de diferentes muestras de cepas de *Artemia*.
Figure 3. Hatching rates for different batches of cysts of *Artemia* strains.

de sincronización entre 8.8 y 11.6 horas. Castro (1993) señala que si el tiempo transcurrido entre la hidratación y la eclosión del 90 % de los quistes no excede las 29 horas, periodo con el que puede ocurrir una pérdida energética importante, la tasa de eclosión se considera aceptable. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el tiempo requerido para alcanzar el 90 % de eclosión no supera las 25.1 horas.

Algunos estudios (Fujita *et al.*, 1980; Amat *et al.*, 1991) han demostrado que hay variaciones en la calidad de una cepa no sólo de un lugar a otro, sino también de una cosecha a otra. Ortiz *et al.* (1991), trabajando con una cepa procedente de Yucatán, México, observaron variaciones en los parámetros de calidad tales como la eficiencia de eclosión y la sincronía.

En este estudio, se pudo observar variabilidad entre las muestras estudiadas en cuanto a los niveles de eclosión. Esto podría explicarse

another (Fujita *et al.*, 1980; Amat *et al.*, 1991). Ortiz *et al.* (1991) studied a strain from Yucatán, Mexico, and observed variations in the quality parameters such as hatching efficiency and synchrony.

In this study, variability was observed among the samples studied with regard to hatching levels. This may be explained by the hydrologic handling at the saltworks and the variations in nutrients, salinity and temperature, over which there is no control. Authors such as Cunningham and Grosh (1978) and Sarasquete (1979) state that the environmental conditions under which the cysts are produced are responsible for the differences in hatching among samples collected during different seasons.

Environmental conditions such as salinity and temperature may have caused repeated cycles of hydration-dehydration, thus affecting the viability of the cysts, as has been indicated

por el manejo hidrológico de las salinas, con influencia de las variaciones de nutrientes, salinidad y temperatura, sobre las cuales no se tuvo control. Autores como Cunningham y Grosh (1978) y Sarasquete (1979) afirman que las condiciones ambientales del medio en que se producen los quistes son las responsables de las diferencias de eclosión entre muestras recogidas durante distintas estaciones del año.

Las condiciones ambientales como salinidad y temperatura podrían haber ocasionado repetidos ciclos de hidratación-deshidratación que afectaron posteriormente la viabilidad de los quistes tal y como lo señalan Amat *et al.* (1992). Otros factores que pudieron haber intervenido en la variabilidad encontrada serían los condicionantes de la explotación (recolección, procesamiento, secado y almacenamiento). Hontoria *et al.* (1989) resaltan la importancia del efecto de estos condicionantes sobre la viabilidad de los quistes.

En cuanto a la biometría, tal y como la presenta la tabla 2, se puede deducir que en el diámetro de quistes hidratados, el largo del nauplio y el espesor del corión hay pequeñas variaciones entre muestras, de acuerdo con los límites de confianza de 95%.

Es importante destacar (tabla 2) que, con excepción de los datos obtenidos para las muestras 91-004 y 91-005, el grosor del corión de los quistes de la cepa estudiada es grande en comparación con otras cepas como la de Macau, Brasil (7.10 μm), Great Salt Lake, EUA (5.45 μm), y Texcoco, México (5.00 μm) (Castro, 1993). Sorgeloos *et al.* (1986) señalan que el grosor del corión se relaciona con una respuesta de protección del embrión hacia el medio. Esto puede explicar el grosor del corión identificado para la cepa en estudio, debido a la intensa radiación solar característica de las zonas semiáridas en que se encuentran las salinas Las Cumaraguas.

Otro de los criterios que deben considerarse en el momento de seleccionar una cepa de *Artemia* para acuicultura es el tamaño del nauplio. Este debe facilitar la ingestión, para asegurar así una buena sobrevivencia y un completo desarrollo larval de especies acuáticas sometidas a cultivos. El tamaño del nauplio recién eclosionado de la cepa estudiada es, en promedio, me-

by Amat *et al.* (1992). Other factors that may have caused the variability found are those associated with the exploitation (collection, processing, drying and storage). Hontoria *et al.* (1989) stress the importance of the effect of these factors on the viability of the cysts.

With regard to the biometry (table 2), small variations in hydrated cyst diameter, naupliar length and chorion thickness are observed among the samples, according to the 95% confidence limits.

It is important to mention that, except for the data obtained for samples 91-004 and 91-005 (table 2), the chorion thickness of the cysts of the Las Cumaraguas strain is large compared to that of other strains, such as Macau, Brazil (7.10 μm), Great Salt Lake, USA (5.45 μm), and Texcoco, Mexico (5.00 μm) (Castro, 1993). Sorgeloos *et al.* (1986) indicate that chorion thickness is associated with a protective response of the embryo to the environment. This may explain the chorion thickness identified for the strain studied due to intense solar radiation, characteristic of the semi-arid areas where Las Cumaraguas saltworks are located.

Another criteria that should be considered at the moment of choosing an *Artemia* strain for aquaculture is the size of the nauplii, which should facilitate ingestion to thus assure good survival and complete larval development of aquatic species cultured. The size of the newly-hatched nauplii of the strain studied is, on average, smaller than those reported (Fig. 2) for commercial strains, such as Great Salt Lake, USA, and Macau, Brazil (Vanhaecke and Sorgeloos, 1980). Therefore, the Las Cumaraguas strain could be used as food for penaeid shrimp larvae, from the Mysis I phase, when food is a limiting factor (Nascimento *et al.*, 1992; Sánchez and Alvarez, personal communication).

The results confirm that the production of nauplii obtained with the experimental strain from Las Cumaraguas, Venezuela, is comparable to that of international commercial strains, indicating its potentiality due to the viability of its cysts, its short hatching time and the suitable size of the nauplii. Its exploitation could be a good alternative for Venezuelan aquaculture.

nor que el de aquellas (Fig. 2) cepas comercialmente utilizadas como Great Salt Lake, EUA, y Macau, Brasil (Vanhaecke y Sorgeloos, 1980). Por tanto, la cepa Las Cumaraguas podría ser utilizada como alimento para larvas de camarones peneidos desde la fase de Misis I, cuando el tamaño del alimento es un factor limitante (Nascimento *et al.*, 1992; Sánchez y Alvarez, comunicación personal).

Los resultados confirman que la producción de nauplios obtenidos con la cepa experimental de Las Cumaraguas, Venezuela, es comparable con cepas comerciales internacionales, e indican la potencialidad que presenta por la viabilidad de sus quistes, su corto tiempo de eclosión y el tamaño adecuado de los nauplios. Se considera que su aprovechamiento puede ser una buena alternativa para la acuicultura nacional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Ricardo Bitter la lectura crítica del manuscrito y su asesoría en el análisis estadístico; a Carlos Carmona, la revisión del manuscrito; a Jorge Jurado, el trabajo en el análisis de las muestras; a los auxiliares de laboratorio Julio Reyes y Omegar Cespedes, su colaboración en las salidas de campo; a la empresa ENSAL, el permiso de acceso a las salinas.

Los resultados provienen de proyectos financiados por: CONICIT (S1-2109), Fundacite Centro Occidente (F1-27-10-88) y UNEFM (CTI 88-002). Este proyecto forma parte de la Red Iberoamericana sobre el Cultivo de Camarones Peneidos del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

REFERENCIAS

- Alvarez, Z. y Sánchez, R. (1991). Distribución y ecología de quistes de *Artemia* en las Salinas Las Cumaraguas: Península de Paraguaná, Edo. Falcón. **Primer Congreso Venezolano de Ecología**, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, p. 41.
- Amat, F. (1985). Utilización de *Artemia* en Acuicultura. **Inf. Técn. Inst. Inv. Pesq.**, 128-129. Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, Ribera de Cabanes (Castellón), España, 57 pp.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Ricardo Bitter for critically reading the manuscript and his advice on the statistical analysis, Carlos Carmona for revising the manuscript, Jorge Jurado for his assistance in the analysis of the samples, Julio Reyes and Omegar Cespedes for their collaboration during the field work and the ENSAL company for allowing us access to the saltworks. This study was supported by CONICIT (S1-2109), *Fundacite Centro Occidente* (F1-27-10-88) and UNEFM (CTI 88-002). This project forms part of the *Red Iberoamericana sobre el Cultivo de Camarones Peneidos* of the *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo* (CYTED).

English translation by Christine Harris.

- Amat, F., Hontoria, F., Navarro, J., Gonzalbo, A. y Varo, I. (1991). **Bioecología de Artemia (Crustácea, Branchiopoda) en la Laguna de la Mata, Torrevieja, Alicante**. Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert", Diputación de Alicante, España, 174 pp.
- Amat, F., Hontoria, F., Navarro, J. y Varo, I. (1992). Caracterización de tres poblaciones de *Artemia* originarias de la zona mediterránea con vistas a su aprovechamiento en acuicultura. En: **Larvicultura de camarones peneidos: Producción de postlarvas, cultivo y evaluación de microorganismos como alimento**, Vol. I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D). Subprograma II: Acuicultura. Colección de reimpresos.
- Castro B., T. (1993). **Biología y cultivo de Artemia franciscana** en el ex Lago de Texcoco, de Ecatepec, Estado de México. Tesis doctoral, **Universidad Nacional Autónoma de México**, Facultad de Ciencias, 72 pp.
- Cunningham, P. and Grosch, D. (1978). A comparative study of the effects of mercuric chloride and methyl mercury chloride on reproductive performance in the brine shrimp *Artemia salina*. **Environ. Pollut.**, 15: 83-100.

- Fujita, S., Watanabe, T. and Kitajima, J. (1980). Nutritional quality of *Artemia* from different localities as a living feed for marine fish from the view point of essential fatty acids. In: G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (eds.), **The Brine Shrimp *Artemia***, Vol. 3. Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 277-290.
- Fundación La Salle de Ciencias Naturales (1985). Evaluación de los recursos pesqueros del estado Falcón y zona occidental. **Fundación La Salle de Ciencias Naturales**, informe final, 208 pp.
- Hontoria, F., Navarro, J., Varo, I., Gonzalbo, A. y Amat, F. (1987). Control de calidad de quistes de *Artemia*. **Cuad. Marisq. Publ. Téc.**, 12: 543-548.
- Hontoria, F., Navarro, J., Varo, I., Amat, F. (1989). Utilization of *Artemia* cysts in marine larvae cultures: a model of quality evaluation. **Aquaculture Engineering**, 8: 127-138.
- Nascimento, I., Pereira, S. y Lemos, M. (1992). Utilización de organismos marinos como alimento para larvas y juveniles de *Penaeus japonicus*. En: **Larvicultura de camarones peneidos: Producción de post-larvas, cultivo y evaluación de microorganismos como alimento**, Vol. I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D). Subprograma II: Acuicultura. Colección de reimpresos.
- Newmark, F. (1992). Modelos predictivos de biomasa poblacional, hembras ovíparas y ovovivíparas de *Artemia* en la Salina de Pozos Colorados, Colombia. En: **Larvicultura de camarones peneidos: Producción de microorganismos como alimento**, Vol. I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D). Subprograma II: Acuicultura. Colección de reimpresos.
- Ortiz, F., Sandoval, M. y Araneda, G. (1991). Metodologías y recomendaciones técnicas para la cualificación y utilización de las cepas nativas de *Artemia*. **Boletín Red Regional de Acuicultura de América Latina (CIID-Canadá)**, 5(3): 15-23.
- Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D) (1991). Documento de justificación, creación de la red iberoamericana sobre el cultivo de camarones peneidos. **CYTED-D**. Subprograma II: Acuicultura.
- Sarasquet, M. (1979). Recogida, tratamiento y descapsulación de los quistes de *Artemia* salina en las salinas de Cádiz. Tesis de licenciatura, **Universidad de Santiago**, Santiago de Compostela, España, 67 pp.
- Sokal, R. and Rohlf, F.J. (1981). **Biometry** (2nd ed.). W.H. Freeman, San Francisco, CA., 859 pp.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Léger, P., Takaert, W. and Versichele, D. (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. **State Universiteit Ghent, Artemia Reference Center**, Belgium, 294 pp.
- Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P. (1980). International study on *Artemia*. IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin, pp. 393-405. In: G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (eds.), **The Brine Shrimp *Artemia***. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium, 456 pp.
- Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P. (1983). International study on *Artemia*. XIX. Hatching data for ten commercial sources of brine shrimp cysts and re-evaluation of the "hatching efficiency" concept. **Aquaculture**, 30: 43-52.