

**CALIDAD DE QUISTES Y MORFOMETRÍA DE LA POBLACIÓN DE
Artemia franciscana (KELLOGG, 1906) DE LA LAGUNA PEQUEÑA DE
YALLAHS, JAMAICA**

**QUALITY OF CYSTS AND MORPHOMETRY OF THE POPULATION OF
Artemia franciscana (KELLOGG, 1906) FROM THE SMALL LAGOON AT
YALLAHS, JAMAICA**

B.T. Castro^{1*}
M.J. Castro¹
V.R.E. Marín¹
G.R. Young²
D. Jenoure²
M.G. Castro¹
S.A. Malpica¹
A.R. De Lara¹

¹ Laboratorio de Artemia, Departamento El Hombre y su Ambiente
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco
Calzada Del Hueso No.1100, Col. Villa Quietud
México 04960, DF, México
* E-mail: cabt7515@cueyatl.uam.mx

² Scientific Research Council
Hope Gardens, P.O. Box 350
Kingston 6, Jamaica

Recibido en mayo de 1999; aceptado en octubre de 1999

RESUMEN

En este trabajo se presentan los datos morfométricos de quistes, nauplios y machos y hembras adultos de la población de *Artemia franciscana* de la laguna pequeña de Yallahs, Jamaica, y se comparan con los de *Artemia* de la Bahía de San Francisco, California, EUA. Los quistes de la población de Jamaica tienen un porcentaje de eclosión de 94.75% y una eficiencia de 213,000 nauplios/g; la dimensión del quiste es de $238.5 \pm 16.30 \mu\text{m}$ y la talla del nauplio de $427 \pm 21.92 \mu\text{m}$. Estos parámetros están dentro del intervalo establecido para *A. franciscana*. Sin embargo, se observan escasas diferencias en la morfometría de los adultos; los machos presentan el abdomen y la longitud de las anténulas más grandes y las hembras tienen una longitud ligeramente mayor del abdomen, aun cuando la talla total de las hembras es menor que la registrada para las de San Francisco, California. Con los datos aportados en este estudio se infiere que la población de este anostraco de Jamaica corresponde a la especie *A. franciscana*.

Palabras clave: *Artemia*, calidad, morfometría, Jamaica.

ABSTRACT

This study presents an analysis of the morphometric data of cysts, nauplii, and adult males and females belonging to the *Artemia franciscana* population from the small lagoon of Yallahs, Jamaica. The data are compared to those of *Artemia* found in San Francisco Bay, California, USA. The cysts of the Jamaican population have a hatching percentage of 94.75% and an efficiency of 213,000 nauplii/g. The size of the cyst is $283.5 \pm 16.30 \mu\text{m}$ and of the nauplii, $427 \pm 21.92 \mu\text{m}$. These parameters are within the range established for *A. franciscana*. However, a few differences are observed in the morphometry of the adults. The males are larger both in abdomen and in the length of their antennae. The females have a slightly longer abdomen, although their total size is less than that recorded for the San Francisco Bay population. From the data gathered in this study it can be inferred that the population of this Jamaican anostracan belongs to the species *A. franciscana*.

Key words: *Artemia*, quality, morphometry, Jamaica.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es uno de los sectores de producción que más rápidamente se ha desarrollado en las tres últimas décadas (FAO, 1998); es en esta actividad donde el crustáceo *Artemia* juega un papel importante, ya que es un alimento con gran demanda por parte de las especies en cultivo y prácticamente insustituible en las etapas larvarias de camarones y peces.

Artemia estuvo disponible hasta finales de la década actual y el 90% de los quistes que se consumen actualmente provienen del Gran Lago Salado (Utah, EUA). El uso intensivo de estos quistes ha tenido un crecimiento exponencial, como resultado del florecimiento del cultivo de camarones y larvas de peces principalmente. El Gran Lago Salado es un ecosistema natural y los cambios climáticos y del medio han interferido en el comportamiento de *Artemia*, lo cual ha hecho una situación vulnerable de dependencia de un solo lugar. Ésta es una de las principales razones por las cuales es urgente localizar e identificar nuevas poblaciones de *Artemia* y evaluarlas desde el punto de vista ecológico, biológico y nutritivo, para que estas nuevas poblaciones contribuyan al

INTRODUCTION

Aquaculture is an activity that has developed very rapidly during the last three decades (FAO, 1988). As a result, the importance of the crustacean *Artemia* has increased because it plays an important part as a food source in the cultivation of various species. Moreover, it is practically impossible to find a substitute for it in the larval stages of fish and shellfish.

Artemia became easy to obtain at the end of the 1990s and 90% of the cysts that are at present used as a food source come from the Great Salt Lake (Utah, USA). There has been an exponential growth in the use of these cysts, mainly as a result of an expansion in the cultivation of shellfish and fish larvae. The Great Salt Lake is a natural ecosystem, and climatic and environmental changes have had effects on the behavior of the *Artemia* there. It has become obvious that a dangerous dependence on one single source of *Artemia* now exists.

This is one of the main reasons why there is an urgent need to find new populations of *Artemia* and evaluate their ecological, biological and nutritional elements. These new

abastecimiento en los mercados nacionales e internacionales.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer la calidad de los quistes y las características biométricas de la población de *Artemia* en la laguna pequeña de Yallahs, Jamaica. Esta población, aunque abundante hasta 1995, prácticamente ha desaparecido debido a un deficiente manejo (Young y Royan, 1997); sin embargo, sigue siendo un recurso nativo que debe aprovecharse adecuadamente para beneficio de la incipiente acuicultura de Jamaica y actuar como proveedor potencial a otros países de la región.

Se han realizado diferentes estudios para caracterizar a las distintas especies de *Artemia*, utilizando para ello diversos métodos, de los cuales los más relevantes son: la comparación de características morfológicas, patrones electroforéticos de diferentes isoenzimas y pruebas de interfertilidad (Hontoria y Amat, 1992a). A pesar de esto, aún persisten dudas para distinguir a una población de otra, debido a la heterogeneidad entre los individuos de la misma especie, como se puede observar en la variación que existe en las características morfológicas de las poblaciones del Mediterráneo (Hontoria y Amat, 1992b); así mismo, se han visto diferencias morfométricas en hembras de la misma especie de *Artemia* provenientes del continente americano (Hontoria y Amat, 1992a). Torrentera y Dodson (1995) mencionan diversidad morfológica entre las poblaciones de *Artemia* en el estado de Yucatán, México, comparándolas con las norteamericanas, y sugieren que se trata de especies diferentes.

Por otra parte, el conocimiento de la biometría y de los diferentes parámetros de eclosión de los quistes de *Artemia* permite hacer un mejor manejo del recurso, ya que en acuicultura es importante considerar la talla de los organismos que se utilizan como alimento vivo, debido a la relación del tamaño de presa

populations will have a role to play in satisfying the demand of national and international markets.

The aim of this study is to examine the quality of the cysts and the biometric characteristics of the *Artemia* population in the small lagoon of Yallahs. This population was thriving until 1995, but has practically disappeared as a result of mismanagement (Young and Royan, 1997). However, it remains a local resource that should be adequately exploited for the benefit of the embryonic Jamaican aquaculture industry. Potentially, it could develop into a supplier to other countries in the area.

Different studies have used a variety of methods to analyse the different species of *Artemia*. Those relevant to this study include the comparison of morphological characteristics, the electrophoretic patterns of certain isoenzymes and infertility tests (Hontoria and Amat, 1992a). Nevertheless, doubt still exists about how to differentiate one population from another, mainly because of the heterogeneity found among individuals of the same species. Variations have been reported in the morphological characteristics in Mediterranean populations (Hontoria and Amat, 1992b), as well as in the morphometric features of females of the same species from the Americas (Hontoria and Amat, 1992a). Torrentera and Dodson (1995) reported morphological diversity among *Artemia* populations in Yucatan, Mexico, and in the process of comparing North American species, suggested that they might, in fact, be different species.

Knowledge of the biometry and of the different eclosion parameters of the *Artemia* cysts will permit a more effective management of this resource. In aquaculture, the size of the organisms used as live food is important: the larvae of the predator must be able to close their mouths over the *Artemia* that are their prey (Castro *et al.*, 1997).

con la boca de la larva del depredador (Castro *et al.*, 1997).

ÁREA DE ESTUDIO

Las lagunas de Yallahs son dos cuerpos de agua costeros, situados al este del pueblo de Yallahs en la región de Saint Thomas, Jamaica, y se les conoce como la laguna pequeña y la laguna grande. Estas lagunas tienen superficies de aproximadamente 87 y 425 ha, respectivamente (fig. 1). En la laguna pequeña se recolectó *Artemia* y es donde se han realizado trabajos de cultivo. Esta pequeña laguna se ubica entre los 17°51'20" y 17°52'15" N y 76°33'30" y 76°32'20" W. Está separada de la laguna grande por una estrecha franja de tierra y en ciertas épocas del año hay comunicación entre ambas lagunas. En el sureste hay una franja, también angosta, que la separa del mar, con la cual se comunica por una boca de aproximadamente 9 m de ancho. Con el propósito de elevar la productividad de *Artemia* de esta laguna, esta boca fue cerrada en 1995. La salinidad que se registra durante el año en este cuerpo de agua varía de 60 a 170 g/L, aunque puede bajar hasta 30 g/L en los meses de lluvia.

La presencia de *Artemia* en ambas lagunas se registra desde 1992 y se sabe que los pobladores cosechaban quistes y biomasa. A partir de 1995 se iniciaron trabajos enfocados a la producción de quistes de *Artemia* por el personal del Scientific Research Council y Yallahs Community Development Fund (Young y Royan, 1997).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los quistes de *Artemia franciscana* utilizados fueron recolectados en la laguna pequeña de Yallahs en 1994, enlatados y almacenados al vacío. Para el análisis morfométrico de esta cepa se midió el diámetro del quiste hidratado y descapsulado empleando las técnicas descritas

STUDY AREA

The Yallahs lagoons are two bodies of coastal water situated to the east of the village of Yallahs in the Saint Thomas region of Jamaica. They are known as the small lagoon and the big lagoon. They have surface areas of 87 and 425 ha, respectively (fig. 1). *Artemia* was collected from the small lagoon (17°51'20"–17°52'15" N and 76°33'30"–76°32'20" W), where cultivation of the crustacean has also been carried out. It is separated from the big lagoon by a narrow strip of land and, at certain times of the year, there is communication between the two lagoons. Separating the small lagoon from the sea in the southeast there is another narrow strip of land, which has an opening approximately 9 m wide into the sea. In order to increase the productivity of *Artemia* in the lagoon, this opening was blocked-up in 1995. The salinity registered in this body of water during the year varies from 60 to 170 g/L, although it can be as little as 30 g/L during the rainy season.

The presence of *Artemia* in both lagoons has been recorded since 1992 and it is known that the local people have collected cysts and biomass. In 1995, staff from the Scientific Research Council and the Yallahs Community Development Fund began to work on the production of *Artemia* cysts (Young and Royan, 1997).

MATERIAL AND METHODS

The *Artemia franciscana* cysts used in this study were collected from the small lagoon of Yallahs in 1994, put into sealed cans and stored in a vacuum. Morphometric analysis consisted of measuring the diameter of the hydrated and decapsulated cyst using the techniques described by Castro and De Lara (1991). The thickness of the corion was determined by the difference between the diameter of the

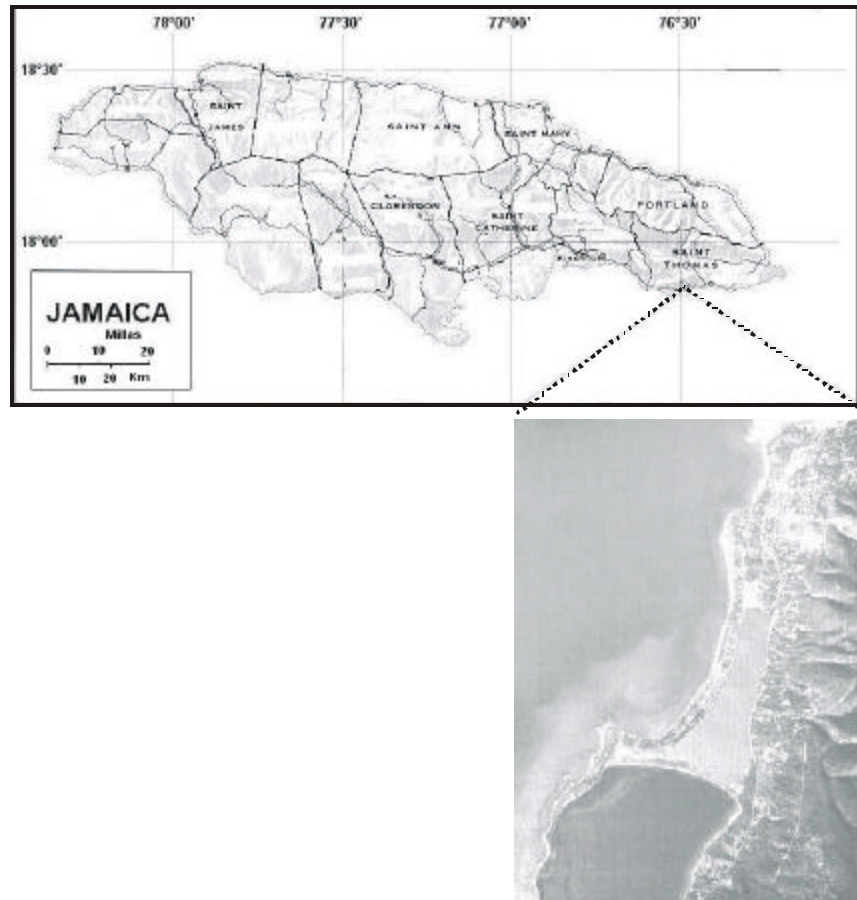


Figura 1. Localización geográfica de las lagunas de Yallahs, Jamaica.
Figure 1. Geographical location of the Yallahs lagoons, Jamaica.

en Castro y De Lara (1991). El grosor del corion se determinó por la diferencia entre las mediciones del diámetro del quiste hidratado y el diámetro del huevo descapsulado.

Para la medición de la talla del nauplio, se pusieron a eclosionar 2 g de quistes en 800 mL de agua a 35 g/L de salinidad en un embudo de separación de 1000 mL de capacidad, con luz y aireación continua durante 24 horas. Los nauplios recién eclosionados se fijaron en una

hydrated cyst and that of the decapsulated egg.

In order to measure the size of the nauplii, 2g of cyst were eclosed in 800 mL of water at a salinity of 35 g/L in a 1000-mL separation hopper, and exposed to continuous light and aeration for 24 hours. The recently eclosed nauplii were fixed in a 5% lugol solution and 200 individuals were measured (Sorgeloos *et al.*, 1986).

solución de lugol al 5% y se midieron 200 ejemplares (Sorgeloos *et al.*, 1986).

Para el estudio morfométrico de los adultos, se colocaron nauplios en una densidad de 1/mL en dos recipientes de 40 L de capacidad cada uno y preparados con 25 L de agua a 75 g/L de salinidad, a una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (regulada por un calentador con termostato) y aireación continua. Los organismos fueron alimentados los primeros cinco días con 100 mL de una solución de salvado de arroz a una concentración de 100 g/1000 mL de agua a 90 g/L de salinidad y del quinto día en adelante, con 50 mL de salvado de arroz y 250 mL de una solución de *Tetraselmis* sp. a una concentración de 500,000 cél/mL.

Los organismos alcanzaron la diferenciación sexual después de 14 días y fueron separados por sexos y colocados en frascos de 1 L con las mismas condiciones de temperatura y salinidad y se mantuvieron 14 días más. Los organismos se recolectaron utilizando tamices con abertura de malla de 0.420 mm y se fijaron con una solución de lugol al 5%. Se hicieron las siguientes mediciones propuestas por Amat (1980): longitud total, longitud del abdomen, ancho del saco ovífero, ancho del abdomen, longitud de la furca, ancho de la cabeza, longitud de las anténulas, distancia máxima entre ojos y diámetro de los ojos.

Todas las mediciones fueron realizadas con la ayuda de un microscopio estereoscópico (SZ-ST OLYMPUS), con objetivo de 4 \times y un micrómetro ocular (1 cm/100).

Se midieron 250 individuos de cada sexo, número representativo que se determinó mediante una prueba de intervalo de confianza, con un 95% de confiabilidad (Daniel, 1989), así como la determinación de la proporción de las medidas morfométricas con respecto a la longitud total.

Los datos morfométricos obtenidos de la *Artemia* de Yallahs, Jamaica, se compararon

For the morphometric study of the adults, nauplii were placed at a density of 1/mL in two 40-L containers with 25 L of water, at a salinity of 75 g/L, temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (regulated by a heater with a thermostat) and in a continuous flow of air. During the first five days, the nauplii were fed with 100 mL of a solution of rice bran at a concentration of 100 g/1000 mL of water at a salinity of 90 g/L. From the fifth day onwards they were fed with 50 mL of rice bran and 250 mL of a solution of *Tetraselmis* sp. at a concentration of 500,000 cells/mL.

The nauplii reached the stage of sexual differentiation after 14 days. The sexes were separated and placed in 1-L flasks with identical conditions of temperature and salinity for a further 14 days. They were collected using sieves with a mesh opening of 0.420 mm and fixed with 5% lugol solution. The following measurements suggested by Amat (1980) were taken: total length, length of abdomen, width of egg sac, width of abdomen, length of furca, width of head, length of antennae, maximum distance between the eyes and diameter of the eyes.

All the measurements were done using a stereoscopic microscope (SZ-ST OLYMPUS), with an objective of 4 \times and ocular micrometer (1 cm/100).

A total of 250 individuals of each sex were measured and the proportion of their morphometric measurements to their total length was calculated. This number of specimens was chosen as being statistically representative, having been tested and shown to have a reliability of 95% (Daniel, 1989).

The morphometric data obtained for the *Artemia* of Yallahs, Jamaica, were compared with those obtained for *A. franciscana* from San Francisco Bay (SFB), California, USA. The latter were taken to be the "original" population as they are one of the most analysed in the Americas (Amat *et al.*, 1991).

Tabla 1. Comparación biométrica de quistes, huevos descapsulados y nauplios de *Artemia franciscana* de la laguna pequeña de Yallahs, Jamaica, con los datos de *Artemia* de la Bahía de San Francisco, EUA. Entre paréntesis se expresa la desviación estándar ($P < 0.001$).

Table 1. Comparison of the biometric data of hydrated and decapsulated cysts and nauplii of the *Artemia franciscana* population from the small lagoon of Yallahs, Jamaica, with the data of *Artemia* from San Francisco Bay, USA. The standard deviation is given in parentheses ($P < 0.001$).

Población	Diámetro del quiste hidratado (μm)	Diámetro del huevo descapsulado (μm)	Grosor del corión (μm)	Talla del nauplio ovíparo (μm)
Yallahs, Jamaica	238.5 (16.30)	223.5 (19.82)	7.50	427 (21.92)
San Francisco*	237.4 (14.60)	212.1 (11.30)	7.10	431 (23.70)

* Datos tomados de Castro *et al.* (1995).

con los registrados para *A. franciscana* de la Bahía de San Francisco (BSF), California EUA, por considerarse la población “originaria” y una de las más estudiadas del continente americano (Amat *et al.*, 1991).

RESULTADOS

Quistes y nauplios

Los quistes de la población de Jamaica presentan buena calidad ya que tienen un porcentaje de eclosión del 94.75% y una eficiencia de 213,000 nauplios/g. En la tabla 1 se presentan los datos morfométricos de los quistes y de los nauplios de *Artemia* de Jamaica y se comparan con los de *Artemia* de BSF. El diámetro promedio de los quistes hidratados de Jamaica fue de 238.5 μm y los huevos descapsulados de 223.5 μm y son ligeramente más grandes que los de BSF, no así el promedio de la talla del nauplio (427 μm), que es menor por 4 μm . Sin embargo, por la desviación estándar de todas las mediciones, se observa que ambas poblaciones se encuentran en el mismo intervalo.

Adultos

Los resultados de las mediciones promedio de las principales características morfométricas

RESULTS

Cysts and nauplii

The cysts of the Jamaican population are of good quality, having 94.75% eclosion and an efficiency of 213,000 nauplii/g. Table 1 gives the morphometric data of the Jamaican cysts and nauplii, and they are compared with those for the SFB *Artemia*. The average diameter of the Jamaican hydrated cysts was 238.5 μm and of the decapsulated eggs, 223.5 μm . They are slightly larger than those from SFB. However, the average size of the nauplii (427 μm) is 4 μm smaller in the case of the Jamaican *Artemia*. Nevertheless, if the standard deviation of all the measurements is taken into consideration, both populations are found to be within the same interval.

Adults

The average measurements of the main morphometric characteristics of the adult *Artemia* of Yallahs are shown in figure 2. It can be observed that the females have a greater total length and width, and length of abdomen. The males, on the other hand, have eyes with a greater diameter, a longer furca and, as is to be expected, longer antennae,

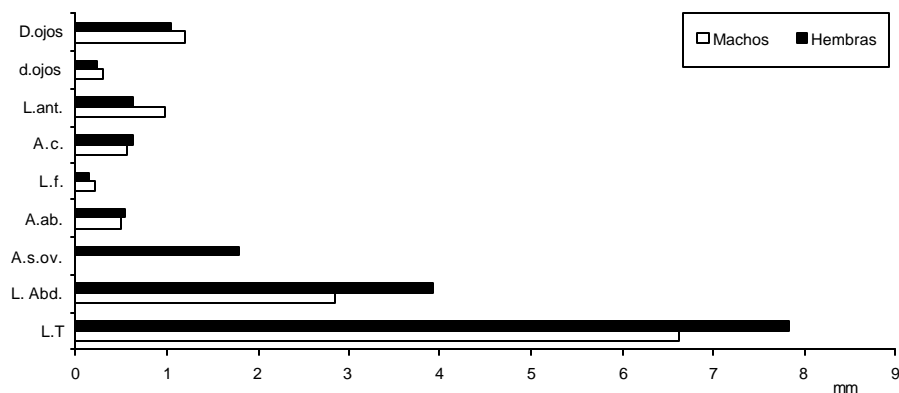


Figura 2. Comparación de las medidas (promedio) morfométricas de los organismos adultos de *Artemia* de Yallahs, Jamaica. L.T. = longitud total, L.Abd. = longitud del abdomen, A.s.ov. = ancho del saco ovífero, A.ab. = ancho del abdomen, L.f. = longitud de la furca, A.c. = ancho de la cabeza, L.ant. = longitud de las anténulas, d.ojos = diámetro de los ojos y D.ojos = distancia máxima entre los ojos.

Figure 2. Comparison of average biometric data of *Artemia* adults from Yallahs, Jamaica. L.T. = total length, L.Abd. = length of abdomen, A.s.ov. = width of egg sac, A.ab. = width of abdomen, L.f. = length of furca, A.c. = width of head, L.ant. = length of antennae, d.ojos = diameter of eyes and D.ojos = maximum distance between eyes.

de los organismos adultos de *Artemia* de Yallahs se muestran en la figura 2. Se observa que las hembras tienen tamaños mayores en longitud total, longitud del abdomen y ancho del abdomen que los machos y éstos tienen ligeramente mayor el diámetro de los ojos, mayor longitud de la furca y, como es de esperar, mayor longitud de las anténulas, que es uno de los caracteres de diferenciación sexual.

En la tabla 2 y la figura 3 se muestran las mediciones efectuadas a los adultos, tanto de hembras como de machos de *Artemia* de Yallahs, y se comparan con los datos de *Artemia* de BSF. En estas mismas presentaciones, se distingue que tanto el macho como la hembra de Jamaica son más pequeños en todas sus partes, con excepción de la longitud del abdomen (2.84 mm) y la longitud de las anténulas (0.99 mm) para los machos, y la longitud del abdomen (3.94 mm) para las hembras.

which is one of the traits that distinguishes the sexes.

The measurements recorded for the adult *Artemia* of Yallahs, both males and females, are given in table 2 and figure 3, where they are compared with data for SFB *Artemia*. It can be seen that both male and female from Jamaica are smaller in all their characteristics. The exceptions are the length of abdomen (2.84 mm) and length of antennae (0.99 mm) for the males, and the length of abdomen (3.94 mm) for the females.

All the morphometric measurements of the Jamaican population show a statistically significant difference of $P > 0.005$ with respect to the SFB population. The exception is the width of the abdomen of the females, where $P = 0.001$.

Table 3 shows the proportional relationship between the morphometric measurements of the males and females and their total length,

Tabla 2. Datos promedio (mm) de la morfometría de los adultos de las poblaciones de *Artemia* de Yallahs, Jamaica, y de la Bahía de San Francisco (BSF). Entre paréntesis se expresa la desviación estándar.

Table 2. Average morphometric data (mm) of adults of the *Artemia* populations from Yallahs, Jamaica, and San Francisco Bay (BSF). The standard deviation is given in parentheses.

Medida morfométrica	Jamaica		BSF*	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Longitud total	6.6225 (0.6819)	7.8381 (0.6925)	7.0866 (0.3795)	10.2533 (0.8941)
Longitud del abdomen	2.8423 (0.3586)	3.9469 (0.4366)	1.8940 (0.3047)	3.7533 (0.1151)
Ancho del saco ovígero		1.1888 (0.2181)		2.0640 (0.2990)
Ancho del abdomen	0.4993 (0.0898)	0.5507 (0.0665)	0.6286 (0.0651)	0.9146 (0.0341)
Longitud de la furca	0.2139 (0.2626)	0.1598 (0.0939)	0.2626 (0.0000)	0.2600 (0.0000)
Ancho de la cabeza	0.5815 (0.1227)	0.6311 (0.0823)	0.8080 (0.0410)	0.9453 (0.3067)
Longitud de las anténulas	0.9980 (0.9006)	0.6371 (0.7100)	0.9006 (0.0736)	0.7100 (0.0000)
Diámetro de los ojos	0.3110 (0.2891)	0.2303 (0.3240)	0.3200 (0.0000)	0.3240 (0.0124)
Distancia entre los ojos	1.2021 (0.2578)	1.0575 (0.2176)	1.5800 (0.0693)	1.7160 (0.0842)

* Datos tomados de Castro *et al.* (1995).

Todas las medidas morfométricas de la población de Jamaica muestran una diferencia significativa con respecto a BSF con un valor de $P > 0.005$, excepto en el ancho del abdomen de las hembras, en donde se tiene un valor de $P = 0.001$.

En la tabla 3 se expone la proporción que guardan las medidas morfométricas de hembras y machos con respecto a la longitud total del organismo y su comparación con las de la población de BSF. En esta tabla se puede

together with a comparison of these features with those of the SFB population. It can be seen that, in both males and females from Jamaica, the length of the abdomen and the distance between the eyes do not show a proportional relationship to total length when compared to the SFB population. Neither does one exist in the case of the female egg sac. Similar data were found in the case of the length of the furca, the length of the antennae and the diameter of the eyes in males and

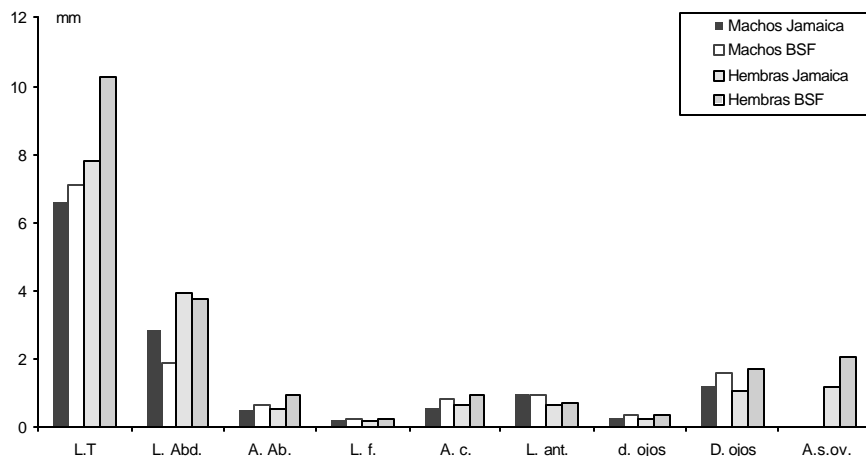


Figura 3. Comparación de las medidas morfométricas de los adultos de *Artemia* de Yallahs (Jamaica) y de la Bahía de San Francisco (BSF). L.T. = longitud total, L.Abd. = longitud del abdomen, A.Ab. = ancho del abdomen, L.f. = longitud de la furca, A.c. = ancho de la cabeza, L.ant. = longitud de las anténulas, d.ojos = diámetro de los ojos, D.ojos = distancia máxima entre los ojos y A.s.ov. = ancho del saco ovífero.

Figure 3. Morphometric comparison between *Artemia* adults from Yallahs, Jamaica, and from San Francisco Bay (BSF). L.T. = total length, L.Abd. = length of abdomen, A.Ab. = width of abdomen, L.f.=length of furca, A.c. = width of head, L.ant. = length of antennae, d.ojos = diameter of eyes, D.ojos= maximum distance between eyes and A.s.ov. = width of egg sac.

observar que, tanto para las hembras como para los machos de la población de Jamaica, la longitud del abdomen y la distancia que hay entre los ojos no guardan una relación con respecto a la longitud total al compararlas con las de la población de BSF; así también, se observa que no existe relación en el ancho del ovisaco de las hembras. Datos similares se contemplan en la longitud de la furca, la longitud de las anténulas y el diámetro de los ojos en machos y hembras de ambas poblaciones; en donde se distingue una ligera diferencia, es en el ancho de la cabeza (figs. 4, 5).

DISCUSIÓN

El quiste y el nauplio de la población de *Artemia* de Yallahs tienen morfologías similares a sus correspondientes de *A. franciscana* de

females of both populations. However, a slight difference may be detected in the width of the head (figs. 4, 5).

DISCUSSION

The cyst and nauplius of the Yallahs population of *Artemia* have morphologies similar to those of *A. franciscana* from SFB. However, a few features are different, above all the diameter of the decapsulated egg which is larger than that found in Jamaica. The morphometric comparison of adult males and females of *A. franciscana* confirms the finding that females are larger than males, with the exception of the structures of the head (Amat, 1985).

The adults of Yallahs are smaller than those of SFB. Only their abdomen is longer. This

Tabla 3. Valores de la relación mediciones/longitud total de hembras y machos de las poblaciones de Jamaica y la Bahía de San Francisco (BSF).

Table 3. Proportional relationship between the biometric data of females and males of *Artemia* adults and the total length of the populations from Jamaica and San Francisco Bay (BSF).

Medida morfométrica	Jamaica		BSF	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Longitud total	1	1	1	1
Longitud del abdomen	0.42	0.50	0.26	0.36
Ancho del saco ovífero		0.15		0.20
Ancho del abdomen	0.07	0.07	0.08	0.08
Longitud de la furca	0.03	0.01	0.03	0.02
Ancho de la cabeza	0.08	0.08	0.11	0.09
Longitud de las anténulas	0.14	0.08	0.12	0.06
Diámetro de los ojos	0.04	0.02	0.04	0.03
Distancia entre los ojos	0.18	0.13	0.22	0.16

BSF, con algunos rasgos particulares que los distinguen, sobresaliendo el diámetro del huevo descapsulado, que es mayor en la de Jamaica.

En cuanto a la comparación morfométrica de los adultos de *A. franciscana*, se mantiene la relación de que las hembras tienen mayor talla que los machos, con excepción de las estructuras de la cabeza (Amat, 1985).

La talla de los adultos de *Artemia* de Yallahs es más pequeña que la registrada para los de BSF, con la diferencia de que la longitud del abdomen es más larga que en los individuos de California; esto coincide con lo que menciona Amat (1985), de que los individuos de las poblaciones que habitan regiones cálidas cercanas a los trópicos y al ecuador son menores en talla que los individuos de latitudes templadas y frías. Es importante hacer notar que la longitud del abdomen, tanto en hembras como en machos, es mayor en la población de Jamaica que en la de BSF, de tal manera que no

confirms Amat's (1985) statement that the individuals in populations of warm tropical and equatorial regions are smaller than those of cooler latitudes. It is important to note that the length of the abdomen is greater in the Jamaican population than in the SFB population in both males and females. Thus, the proportional relationship of this characteristic with the total length which Amat (1985) mentions does not exist.

The integral analysis of the morphometric data concerning adult *Artemia* indicates that the population from Yallahs belongs to the species *A. franciscana*, like most of the populations in the Americas. Nevertheless, modifications in abdomen length and the width of the egg sac can be observed. It seems reasonable to suppose that these changes are due to the isolation of the population and its consequent adaptation to local conditions. Such factors have been mentioned by Vanhaecke and Sorgeloos (1980), Abreu-Grobois (1987), Browne and

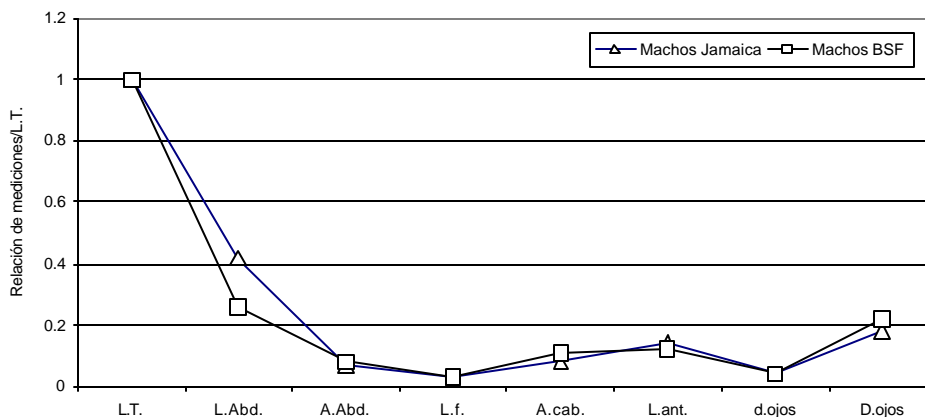


Figura 4. Relación de las medidas morfométricas del macho adulto en proporción de la longitud total de las poblaciones de *Artemia* de Jamaica y la Bahía de San Francisco (BSF). L.T. = longitud total, L.Abd. = longitud del abdomen, A.Abd. = ancho del abdomen, L.f. = longitud de la furca, A.cab. = ancho de la cabeza, L.ant. = longitud de las anténulas, d.ojos = diámetro de los ojos y D.ojos = distancia máxima entre los ojos.

Figure 4. Proportional relationship between the biometric data of adult *Artemia* males and the total length of the populations from Jamaica and San Francisco Bay (BSF). L.T. = total length, L.Abd. = length of abdomen, A.Abd. = width of abdomen, L.f. = length of furca, A.cab. = width of head, L.ant. = length of antennae, d.ojos = diameter of eyes and D.ojos = maximum distance between eyes.

concuera la proporción que esta medida debe guardar con la longitud total que menciona Amat (1985).

El análisis integral de los datos morfométricos en los adultos de *Artemia* hace suponer que la población de Yallahs pertenece a la especie *A. franciscana*, como la mayoría de las poblaciones del continente americano; sin embargo, se observa una modificación en el largo del abdomen y ancho del ovisaco que hacen suponer que estas diferencias morfológicas se deban a un aislamiento y den, como consecuencia, adaptaciones provocadas por condiciones del ambiente, como lo han mencionado Vanhaecke y Sorgeloos (1980), Abreu-Grobois (1987), Browne y Bowen (1991) y Torrentera y Dodson (1995).

Para constatar que se trata de la misma especie, se están realizando estudios de

Bowen (1991) and Torrentera and Dodson (1995).

In order to be certain that they belong to the same species, studies of their reproductive behaviour and electrophoretic characteristics are currently being carried out. The aim of the first study is to determine whether the length of the abdomen influences the mating of the SFB population. In addition, the analysis will consider whether the reduced width of the egg sac affects the number of offspring.

Although all the questions related to this population have not yet been resolved, it seems to be important to inform the scientific community of the characteristics of a new American population of *Artemia*.

English translation by the authors.

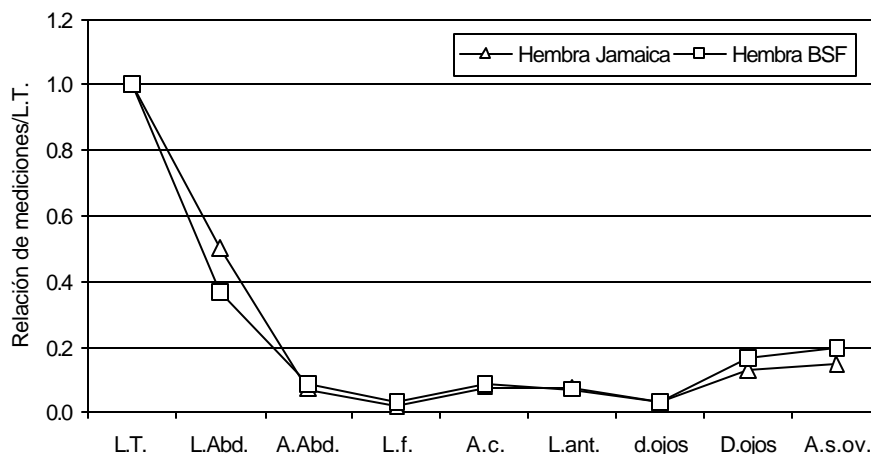


Figura 5. Relación de las medidas morfométricas de la hembra adulto con la longitud total de las poblaciones de Jamaica y la Bahía de San Francisco (BSF). L.T. = longitud total, L.Abd. = longitud del abdomen, A.Abd. = ancho del abdomen, L.f. = longitud de la furca, A.c. = ancho de la cabeza, L.ant. = longitud de las anténulas, d.ojos = diámetro de los ojos, D.ojos = distancia máxima entre los ojos y A.s.ov. = ancho del saco ovífero.

Figure 5. Proportional relationship between the biometric data of adult *Artemia* females and the total length of the populations from Jamaica and San Francisco Bay (BSF). L.T. = total length, L.Abd. = length of abdomen, A.Abd. = width of abdomen, L.f. = length of furca, A.c. = width of head, L.ant.=length of antennae, d.ojos = diameter of eyes, D.ojos = maximum distance between eyes and A.s.ov. = width of egg sac.

comportamiento reproductivo y caracterización electroforética. En el primer estudio se determinará si la longitud del abdomen influye en el apareamiento con la población de BSF y también, si lo reducido del ancho del ovisaco afecta el número de descendientes.

Aunque esta población presenta todavía interrogantes, es importante dar a conocer a la comunidad científica el registro de una nueva población en el continente americano.

REFERENCIAS

Abreu-Grobois, F.A. (1987). A review of genetics of *Artemia*. In: P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declair and E. Jaspers (eds.), *Artemia* Research

and its Applications. Vol. 1. Morphology, Genetics, Strain Characterization, Toxicology. Universa Press, Wetteren, pp. 61–99.

Amat, F.D. (1980). Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia* (Crustáceo, Branquiópodo) de España. I. Análisis morfológico. Estudios alométricos referidos al crecimiento y a la forma. *Inv. Pesq.*, 44(1): 217–240.

Amat, F.D. (1985). *Biología de Artemia*. Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vol. 126–127. Barcelona, España, 60 pp.

Amat, F.D., Hontoria, D.F., Navarro, T., Gonzalbo, E.A. y Varó, V.I. (1991). Bioecología de *Artemia* (Crustacea, Branquiopoda) en la Laguna de la Mata, Torrevieja, Alicante. Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal (CSIC), España, 176 pp.

- Browne, R.A. and Bowen, S.T. (1991). Taxonomy and population genetics of *Artemia*. In: R.A. Brown, P. Sorgeloos and C.N.A. Trotan (eds.), *Artemia Biology*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 221–235.
- Castro, M.J. y De Lara, A.R. (1991). Manual de técnicas para el manejo de quistes de *Artemia* spp. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (México), División CBS, 47 pp.
- Castro, M.J., Malpica, S.A., Rodríguez, G.S.A., Castro, B.T. y De Lara, A.R. (1995). Análisis morfométrico de la *Artemia* spp. en la salina “La Colorada”, Oaxaca, México. *Oceanología*, 2(6): 116–128.
- Castro, T., Castro, G., Castro, J., Malpica, A. y De Lara, R. (1997). Características morfométricas y calidad de los quistes de *Artemia* sp. (Crustacea: Anostraca), habitante de aguas sulfatadas de Coahuila, México. *Ciencias Marinas*, 23(4): 491–503.
- Daniel, W.W. (1989). Base para Análisis de las Ciencias de la Salud Bioestadística. Limusa, México, DF, 485 pp.
- FAO (1998). Aquaculture production statistics 1987–1996. Fish. Circ. No. 815, Rev. 10, 197pp.
- Hontoria, F. and Amat, F. (1992a). Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origins. American populations. *J. Plankton Res.*, 14(10): 1461–1471.
- Hontoria, F. and Amat, F. (1992b). Morphological characterization of adult *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from different geographical origins. Mediterranean populations. *J. Plankton Res.*, 14(7): 949–959.
- Sorgeloos, P., Leger, P., Tackaert, W., Vanhaecke, P. and Versichele, D. (eds.) (1986). Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. State University of Ghent, Belgium, 319 pp.
- Torentera, L. and Dodson, S.I. (1995). Morphological diversity of populations of *Artemia* (Branchiopoda) in Yucatan. *J. Crustacean Biol.*, 15(1): 86–102.
- Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P. (1980). International study on *Artemia*. IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origins. 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, pp. 393–405.
- Young, G. and Royan, J. (1997). *The Artemia Project*. A Technical Review. Scientific Research Council, Kingston, Jamaica, 20 pp.