

## El crustáceo *Artemia franciscana* alimentado con *Spirulina* spp. fresca, como dieta de especies acuáticas comerciales.

T. Castro Barrera  
R. de Lara Andrade y  
J. Castro Mejía

Laboratorio de *Artemia*. Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.  
Calz. del Hueso No.1100. Colonia Villa Quietud, México, 04960, D.F.

---

Castro Barrera, T., R. de Lara Andrade y J. Castro Mejía, 1994. El crustáceo *Artemia franciscana* alimentado con *Spirulina* spp. fresca, como dieta de especies acuáticas comerciales. *Hidrobiológica* 4 (1-2): 15-20.

### RESUMEN

En este trabajo se analiza la calidad nutricional de los adultos de *Artemia franciscana* cultivados en el ex-lago de Texcoco y se compara con otras cepas de la misma especie alimentadas con *Spirulina* spp. seca, *Chaetoceros* spp., y salvado de arroz; así como con algunas poblaciones silvestres. Por otra parte, se señalan los requerimientos de aminoácidos y ácidos grasos que tienen los peces y los crustáceos en general y se relacionan con los que contiene *Artemia* alimentada con *Spirulina*. Los resultados indican que *A. franciscana* cultivada en Texcoco y alimentada con *Spirulina* spp. fresca, contiene de 58% a 62% de proteína y satisface los requerimientos nutricionales de las especies de peces y crustáceos en cuanto a aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Sin embargo, cuando se trata de organismos marinos en etapa larvaria, su dieta debe ser enriquecida con los ácidos grasos 20:5w3 y 22:6w3, los cuales no pueden ser sintetizados por ellos y de los cuales carece *Artemia* alimentada con *Spirulina*.

**Palabras clave:** Aminoácidos y ácidos grasos esenciales para organismos acuáticos, *Artemia franciscana*, *Spirulina* spp., alimentación, composición dietética.

### ABSTRACT

This paper presents the nutritional quality of *Artemia franciscana*, cultivated at the former Texcoco lake and fed with fresh *Spirulina* spp., it offers the comparison with others results where diets with rice brine, *Chaetoceros* spp. and dry *Spirulina* spp. were used and also with some native strains without any applied diet. On the other hand, the paper displays the need that fishes and crustaceans in general have of the amino-acids and fatty acids, and the fact that *Artemia* fed with *Spirulina* can provide them. The results and conclusions of this paper indicate that *A. franciscana* cultured in Texcoco and fed with fresh *Spirulina* spp. contains between 58% to 62% of protein and satisfies the nutritional demand, particularly essential amino-acids and fatty acids of fishes and crustaceans. Nevertheless when larvae of marine organisms are concern their diet should be enriched with HUFA fatty acids 20:5w3 and 22:6w3. These acids can not be synthesize by the larvae of marine organisms and can not be provided by *Artemia* fed with *Spirulina*.

**Key words:** Amino-acids and fatty acids essential for aquatic organisms, *Artemia franciscana*, *Spirulina* spp., nourishment, dietetics composition.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura en México, al igual que en otros países, tiene problemas en el renglón de la nutrición y aunque existen en el mercado alimentos balanceados para especies acuícolas, principalmente peces y crustáceos, con frecuencia éstos no tienen el contenido nutricional que las especies requieren para su crecimiento óptimo, principalmente en sus estadios larvarios.

En la actualidad, los países desarrollados utilizan en la acuicultura alimentos inertes con ingredientes nutritivos bien balanceados; sin embargo, persisten algunas deficiencias en las propiedades físicas del alimento, tales como su estabilidad en el agua, su flotabilidad y su palatabilidad; y aunque existen investigaciones en este sentido, el costo del producto puede resultar elevado.

En cuanto a alimentos vivos, los nauplios de *Artemia* spp. constituyen el alimento más utilizado en larvicultura. En 1991 se registró un consumo mundial de más de 700 toneladas de quistes de *Artemia* spp. (Sorgeloos et al., 1991). Aunque se sabe que el alimento vivo tiene ventajas, principalmente físicas, sobre el alimento inerte, también se reconoce que no siempre contiene los nutrimentos indispensables para las especies en cultivo. Esto ha dado origen a estudios sobre los patrones bioquímicos nutricionales de las especies planctónicas que sirven como alimento vivo, así como para desarrollar técnicas de enriquecimiento que suplan las posibles deficiencias.

Se han estudiado poblaciones de *Artemia* spp. para conocer su calidad nutricional, enfocados principalmente a la composición de ácidos grasos y aminoácidos en quistes y nauplios recién eclosionados. Seidel et al. (1980) analizaron los aminoácidos contenidos en los quistes completos de cinco cepas: Brasil, Australia, Italia, Utah y San Pablo Bay E.E. U.U. Por su parte Schauer et al. (1980) determinaron los perfiles de ácidos grasos en nauplios recién eclosionados de seis poblaciones y dividieron a éstas en dos grupos de acuerdo a los ácidos grasos, uno con 18:3w3 y 18:4w3 y el otro con 20:5w3 y al igual que Watanabe et al. (1980) señalaron dos tipos de *Artemia*, uno adecuado para nutrir organismos de agua dulce, que contiene altos contenidos de 18:3w3 y 18:2w6, y otro con elevadas concentraciones de ácidos grasos 20:5w3 y 22:6w3, indispensables para la alimentación de organismos marinos.

Gozalbo y Amat (1988) analizaron la composición bioquímica de adultos de cinco poblaciones de *Artemia* spp. en España. Vilela y Castelo (1987), estudiaron diferentes poblaciones de *Artemia* spp. en Portugal y encontraron diferencias

en sus perfiles de ácidos grasos y en la concentración entre quistes y nauplios de una misma población. Ballaer et al. (1987) obtuvieron los perfiles de ácidos grasos de cepas de *Artemia* spp. en Túnez. Quynh et al. (1988) determinaron dos niveles de ácidos grasos de los nauplios en la Bahía de Cam Ranh en Vietnam.

Otros investigadores han demostrado la palatabilidad y el beneficio nutricional de los ácidos grasos poliinsaturados (w3) para los langostinos (Castell y Covey, 1976); el camarón (Guay et al., 1976; Kontara, 1991; Kanasawa et al., 1979) y los peces marinos (Ako et al., 1991; Bisbal y Bengston, 1991; Watanabe, 1991).

Estudiando la facultad que tiene *Artemia* spp. de variar su composición química de acuerdo al tipo de alimentación que ingiere, Claus et al. (1979) utilizaron *Spirulina* spp. en polvo y *Scenedesmus* spp. y observaron que las artemias alimentadas con *Spirulina* crecieron más rápidamente y con mejores concentraciones de proteínas. Sorgeloos et al. (1986) coinciden en señalar que el alga *Spirulina* confiere a *Artemia* un mejor crecimiento y cantidad de proteínas que otras algas (Léger et al., 1986) o alimentos inertes, como el salvado de arroz (Rosinvali y Simpson, 1987). Castro et al. (1990) también demostraron que *A. franciscana* alimentada con *Spirulina* spp. tuvo un buen crecimiento y calidad nutricional en cuanto a aminoácidos y ácidos grasos.

En este trabajo se analiza la calidad nutricional de los adultos de *Artemia franciscana* cultivados en el Ex-Lago de Texcoco y se compara con otras cepas de la misma especie alimentadas con *Spirulina* spp. seca, *Chaetoceros* spp., y salvado de arroz; así como con las poblaciones silvestres de la Bahía de San Francisco y Lago Mono en California y la del Gran Lago Salado en Utah, Estados Unidos de Norte América.

También se analizan los requerimientos de aminoácidos de peces y crustáceos en general y se dan a conocer los que *Artemia* puede proveer. Por otra parte se señala la importancia de conocer la calidad nutricional de *Artemia* para los investigadores que trabajan en nutrición acuícola, ya que podrán modificar o enriquecer diversas cepas mediante algunas técnicas actualmente disponibles (Sakamoto et al., 1982; Dhont et al., 1991; Léger et al., 1987; Lavens y Sorgeloos, 1991).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para conocer la calidad nutritiva de los adultos de la población de *Artemia* de Texcoco, se hicieron análisis bromatológicos, de ácidos grasos y de aminoácidos.

Para el estudio bromatológico, se secaron 40 g (peso húmedo) de *Artemia* adulta en una estufa a 35 °C durante 12 horas, produciendo cuatro gramos de peso seco. Se hicieron análisis de cuatro muestras con una repetición cada una. Las muestras se tomaron en febrero, mayo, septiembre y noviembre de 1993. El análisis bromatológico fue hecho por el método descrito por la Association of Official Analytical Chemistry (Horwitz, 1975), para proteína cruda, extracto etéreo o grasa cruda, fibra cruda, cenizas y humedad.

Para determinar los ácidos grasos (ésteres metílicos FAME), se aplicó la técnica de cromatografía de gases (Jennings, 1987). Se utilizó un cromatógrafo marca Varian Aerograph, serie 1400, con una columna de 1/8" de diámetro y 1.5%, con inyección de 0.5 ml de muestra disuelta en cloroformo y una temperatura programada de 140 °C a 270 °C con un incremento de 6 °C por minuto. El análisis de aminoácidos se realizó en un gramo de *Artemia* seca colectada en mayo; se siguió la técnica de cromatografía de líquidos de alta presión, en resina de intercambio catiónico, diluido con un gradiente de amortiguadores de pH de 3.1 a 5.6 y de 0.2 M a 2 M de citrato (Beckman, 1985). Se utilizó el analizador automático marca Beckman System Gold 6300.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los valores nutritivos de *Artemia franciscana* de Texcoco alimentada con *Spirulina* spp. fresca y se comparan con otras cepas cultivadas y silvestres. Aquí se observa que la *Artemia* alimentada con *Spirulina* fresca o seca contiene un mayor porcentaje de proteínas que la alimentada con salvado de arroz y que la silvestre, que se alimenta de las poblaciones fitoplanctónicas del medio.

La tabla 2 compara el contenido de aminoácidos en *Artemia* cultivada en Texcoco con el de otras dos poblaciones y muestra los requerimientos de aminoácidos esenciales para peces y crustáceos.

La tabla 3 compara los ácidos grasos de *Artemia* cultivada en Texcoco con los de la cepa progenitora (San Francisco) y dos cepas de lagos interiores. Además, se muestran los valores de los ácidos grasos registrados en los alimentos utilizados para *Artemia* spp.

Es relevante la presencia del ácido araquidónico (20:4w6) en la *Artemia* y la *Spirulina* de Texcoco; éste ácido es esencial, precursor de las prostaglandinas. El ácido linoléico (18:2w6) es un precursor del ácido araquidónico. En esta tabla se observa que la composición y la cantidad de los ácidos grasos presentes en *Artemia* spp. son similares a las de su alimento.

## DISCUSIÓN

Las cepas de *Artemia franciscana* de Texcoco y de San Francisco alimentadas con *Spirulina* spp. contienen un alto porcentaje de proteínas que va de 58 % a 62 %, mientras que la cepa alimentada con salvado de arroz contiene sólo un 13 %. Este resultado demuestra la importancia del uso de *Spirulina* fresca o seca como alimento.

En relación a los aminoácidos (tabla 2), la *Artemia* de Texcoco alimentada con *Spirulina* spp. contiene los aminoácidos esenciales en cantidades mayores a los requeridos por peces y crustáceos, con excepción de la cisteína, que no es esencial (National Research Council, 1977). La cantidad del triptofano es superior en la cepa de Texcoco. Debido al contenido de los aminoácidos, se puede decir que la *Artemia* de Texcoco es un recurso potencial para preparar alimentos balanceados y nutrir organismos con necesidades específicas de estos aminoácidos. Las variaciones cuantitativas de las concentraciones de aminoácidos se atribuyen a cambios en la alimentación, y es principalmente por esto que se recomienda el cultivo de este recurso. Por su parte, el perfil cualitativo de los aminoácidos es una característica genética de las cepas (Seidel *et al.*, 1980; Léger *et al.*, 1986; Rosinvali y Simpson, 1987).

Tabla 1. Análisis bromatológico de *Artemia franciscana* adulta de Texcoco comparada con otras cepas.

	<i>Artemia</i> de Texcoco alimentada con <i>Spirulina</i> spp. fresca (%)	<i>Artemia</i> de San Francisco alimentada 7 días con <i>Spirulina</i> spp. seca (1) (%)	<i>Artemia</i> de San Francisco alimentada con salvado de arroz (2) (%)	<i>Artemia</i> de San Francisco silvestre (2) (%)
Proteínas	58.40	62.5	13.69	53.25
Carbohidratos	21.16	n.d.	60.70	27.54
Fibras	2.14	n.d.	n.d.	n.d.
Grasas	7.23	10.8	6.54	3.37
Cenizas	8.71	19.1	10.77	11.16
Humedad	2.50	n.d.	8.30	4.58
TOTALES	100.00	92.4	100.00	100.00

(1) Léger *et al.*, 1986

(2) Rosinvali y Simpson, 1987

n.d. = no determinado

Tabla 2. Requerimientos de aminoácidos en peces y crustáceos y contenido de éstos en tres cepas de *Artemia franciscana* (g de aminoácidos/100 g de proteína en base seca).

Aminoácido	Requerimiento de Aminoácidos		<i>Artemia</i> de Texcoco alimentada con <i>Spirulina</i> spp.	<i>Artemia</i> de San Francisco silvestre (2)	<i>Artemia</i> de Utah (3)
	Peces(1)	Crustáceos(1)			
Arginina	2.37	2.98	4.61	6.5	4.4
Histidina	1.00	0.85	2.22	1.8	2.1
Isoleucina	1.54	1.31	3.91	5.3	4.6
Leucina	2.81	2.69	4.02	8.0	7.4
Lisina	3.25	2.83	4.28	7.6	7.8
Metionina	1.06	1.04	1.87	2.7	2.1
Cisteína	0.38	0.52	0.23	2.2	n.d.
Fenilalanina	1.60	1.48	2.92	4.7	4.0
Tirosina	1.27	1.50	2.63	4.5	2.7
Treonina	1.77	1.85	2.86	4.6	4.4
Triptófano	0.33	0.52	3.79	1.0	n.d.
Valina	1.83	1.62	1.69	5.4	5.0

n.d. = no determinado.

(1) Tacon (1987), dieta al 55% de proteína

(2) Léger *et al.*, (1986)

(3) Léger *et al.*, (1986), 14 días con salvado de arroz

Tabla 3. Comparación de los siete ácidos grasos más importantes (% del total de lípidos) en cepas de *Artemia franciscana* y en los alimentos utilizados.

Cepas de <i>Artemia</i>	Alimento suministrado	A c i d o s			G r a s o s			
		16:00	16:1w7	18:1w9	18:2w6	18:3w3	20:5w3	20:4w6
Texcoco, México	<i>Spirulina</i> fresca	14.4	13.6	37.6	12.2	11.3	—	0.82
San Francisco, Ca. (1)	<i>Chaetoceros</i>	15.5	19.4	30.6	2.8	3.9	12.7	—
Gran Lago Salado, Utah (1)	<i>Chaetoceros</i>	11.7	22.5	17.2	5.0	0.9	18.6	—
Lago Mono, Ca. (2)	Silvestre	17.0	14.5	38.8	3.9	7.4	5.9	—
ALIMENTOS:								
<i>Spirulina</i> spp. de Texcoco	en polvo (3)	32.8	12.1	2.3	19.1	25.2	0.2	—
<i>Spirulina</i> spp. de Texcoco (4)		35.6	10.2	1.7	6.00	—	—	19.4
<i>Chaetoceros</i> spp. (2)		11.6	44.9	18.4	0.70	0.50	12.0	—

(1) Sorgeloos *et al.*, 1986

(3) Fujita *et al.*, 1980

(2) Léger *et al.*, 1986

(4) Castro *et al.*, 1990

Con respecto a los ácidos grasos la *Artemia* cultivada en Texcoco contiene tres de los ácidos grasos esenciales más importantes: el ácido linoléico (18:2w6), el ácido linolénico (18:3w3) y el ácido araquidónico (20:4w6) (Maynard *et al.*, 1989). Los dos primeros son precursores de los ácidos grasos poliinsaturados, lo cual revela la importancia que tiene la *Artemia* de Texcoco como alimento para crustáceos de agua dulce, marina, templada y fría; así como, para organismos homeotermos y poiquilotermos (Castell *et al.*, 1972; Takeuchi *et al.*, 1980; Watanabe, 1982; Castell, 1982; Watanabe, 1987). La cepa de Texcoco no sintetiza el ácido eicosapentaenoico (20:5w3) y docohexaenoico (22:6w3), esenciales para el desarrollo de larvas de organismos marinos, sin embargo, este ácido no parece tener importancia en la nutrición de organismos adultos ya que según han establecido Castell (1982) y Maynard *et al.* (1989), los precursores importantes de los ácidos poliinsaturados son el ácido linoléico y el linolénico.

### CONCLUSIONES

- La *Artemia franciscana* cultivada en Texcoco, alimentada con *Spirulina* spp. fresca, contiene un mínimo de 58 % de proteínas en peso seco.
- El perfil de aminoácidos de *Artemia* alimentada con *Spirulina*, cubre las necesidades de los aminoácidos esenciales de los peces y crustáceos en general.
- El perfil de ácidos grasos de *Artemia* alimentada con *Spirulina* satisface los requisitos nutritivos de las especies de agua dulce y marina, debido a que contiene cantidades aceptables de ácidos grasos esenciales como: linoléico, linolénico y araquidónico; aunque para alimentar larvas de organismos marinos, se deben agregar los ácidos 20:5w3 y 22:6w3.

### LITERATURA CITADA

- AKO, H., S. KRAUL y C. TAMARU, 1991. Pattern of fatty acid loss in several warmwater fish species during early development. pp. 23-25. En: P. LAVENS, P. SORGELOOS, E. JASPERS y F. OLLEVIER, (Eds.). *Larvi '91* European Aquaculture Society. Special Publication No.15.
- BECKMAN, 1985. The system 6,300 series high performance aminoacids analyzer. Instruction manual. *Spinco Division of Beckman, Division Instrument*. Palo Alto, California. 218 p.
- Ballaer, V.E., D. VERSICHELE, P. VANHAECKE, Ph. LEGER, N.B. ABDELKADER, S. TURKI y P. SORGELOOS, 1987. Characterization of *Artemia* from different localities in Tunisia with regard to their use in local aquaculture. pp. 199-210. En: P. SORGELOOS, D. BENGSTON, W. DECLEIR y E. JASPERS, (Eds.) *Artemia Research and its Applications. Vol.1. Morphology. Genetics. Strain characterization. Toxicology*. Universa Press, Wetteren, Bélgica.
- BISBAL, G.A. y D.A. BENGSTON, 1991. Effect of dietary (n-3) HUFAs enrichment on survival and growth of summer flounder, *Paralichthys dentatus*, larvae. pp.56-57. En: P. LAVENS, P. SORGELOOS, E. JASPERS y F. OLLEVIER. (Eds.). *Larvi '91*. European Aquaculture Society. Special Publication No.15.
- CASTELL, J. D., 1982. Fatty acid metabolism in crustacean. pp. 124-145. En: G.D. PRUDER, C.J. LANGDON y D.E. CONKLIN (Eds.) *Proceedings of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition*. Special Publication No.2. Louisiana State University. Baton Rouge.
- CASTELL, J.D. y J. COVEY, 1976. Dietary lipid requirements of adult lobsters (*Homarus americanus* M.E.) *J. Nutr.*, 106: 1159-1165.
- CASTELL, J.D., R.O. SINNHUBER, D.J. LEE y J.H. WALES, 1972. Essential fatty acid in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. *J. Nutr.* 102: 77-86.
- CASTRO B., T., J.M. CASTRO y N. ELIZONDO, 1990. Fatty acids y aminoacids patterns in *Artemia* sp. adults fed with fresh *Spirulina* sp. *Resúmenes del World Aquaculture 90*. Halifax.
- CLAUS, C., F. BENJITS y G. VANDEPUTTE, 1979. The biochemical composition of the larvae of two strains of *Artemia salina* (L.) reared on two different algal foods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 36: 171-183.
- DHONT, J. P. LAVENS y P. SORGELOOS, 1991. Development of a lipid-enrichment technique for *Artemia* juveniles produced in an intensive system for use in marine larviculture. pp. 51-55. En: P. LAVENS, P. SORGELOOS, E. JASPERS y F. OLLEVIER (Eds.). *Larvi '91*. European Aquaculture Society. Special Publication No.15.
- FUJITA, S., T. WATANABE y C. KITAJIMA, 1980. Nutritional quality of *Artemia* from different localities as a living feed for marine fish from the viewpoint of essential fatty acids. pp. 277-290. En: G. PERSOONE, P. SORGELOOS, O. ROELS y E. JASPERS (Eds.). *The Brine Shrimp Artemia. Vol.3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture*. Universa press. Wetteren.
- GOZALBO, A. y F. AMAT, 1988. Composición bioquímica de biomasas silvestres de *Artemia* (Crustacea, Branquiópoda, Anostraca). *Inv. Pesq.* 52 (3): 375-385.
- GUARY, J., M. KAYAMA, Y. MURAKAMI y H. CECCALDI, 1976. The effect of fat-free and compounded diets supplemented with various oils on moult, growth and fatty acids composition of prawn, *Penaeus japonicus* (Bate). *Aquaculture* 7: 245-254.
- HORWITZ, W. (Editor), 1975. *Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemistry*. 20th edition. Association of official Analytical Chemistry. Washington. 1094 p.

- JENNINGS, W., 1987. *Analytical Gas Chromatography*. Academic Press. San Diego. 184p.
- KANASAWA, A., S. TESHIMA, S. TOKIMA y H. CECCALDI, 1979. Effect of dietary linoleic and linolenic acids on growth prawn. *Oceanol. Acta*. 2: 41-47.
- KONTARA, E.K., 1991. Growth and survival of tiger shrimp, *Penaeus monodon* postlarvae fed with *Artemia* nauplii enriched with (n-3) highly unsaturated fatty acids. pp. 74-75. En: P. LAVENS, P. SORGELOOS, E. JASPERS y F. OLLEVIER (Eds.). *Larvi '91*. European Aquaculture Society. Special Publication No.15.
- LAVENS, P. y P. SORGELOOS, 1991. Production of *Artemia* in culture tanks. pp. 317-350. En: *CRC-Handbook of Artemia biology*. Brown, R.A., Sorgeloos, P. y Trotman, O.N.A. (Eds.) CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.
- LEGER, P., D.A. BENGSTON, K.L. SIMPSON y P. SORGELOOS, 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. En: *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 24: 521-623. Margaret Barnes Ed. Aberdeen University Press.
- LEGER, P., D.A. BENGSTON, P. SORGELOOS, K.L. SIMPSON y A.D. BECK, 1987. The nutritional value of *Artemia*: a review. pp.357-392. En: P. SORGELOOS, D. BENGSTON, W. DECLEIR y E. JASPERS (Eds.) *Artemia Research and its Applications*. Vol.3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren.
- MAYNARD, L. A., J.K. LOOSLI, H.F. HINTZ y R.G. WARNER, 1989. *Nutrición Animal*. 7a edición ( 4a edición en español). Mc Graw-Hill, México, D.F. 640 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1977. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. National Academy of Sciences. Washington. 54 p.
- QUYNH, V., P. LAVENS, P. LÉGER, W. TACKAERT y P. SORGELOOS, 1988. Characterization of brine shrimp *Artemia* from Cam Ranh Bay in central Vietnam. *Hydrobiology* 157: 209-217.
- ROSINVALLI, P. C. y K.L. SIMPSON, 1987. The Brine shrimp *Artemia* as a protein for humans. pp. 503-514. En: P. SORGELOOS, D. BENGSTON, W. DECLEIR y E. JASPERS (Eds.) *Artemia Research and its Applications*. Vol.3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren.
- SAKAMOTO, M., D.L. HOLLAND y D.A. JONES, 1982. Modification of nutritional composition of *Artemia* by incorporation of polyunsaturated fatty acids using micro-encapsulated diets. *Aquaculture* 28: 311-320.
- SCHAUER, P.S., D.M. JOHNS, C.E. OLNEY y K.L. SIMPSON, 1980. International study on *Artemia* IX.-Lipid level, energy content and fatty acid composition of the cysts and newly hatched nauplii from five geographical strains of *Artemia*. pp. 365-373. En: G. PERSOONE, P. SORGELOOS, A. ROELS y E. JASPERS (Eds.). *The brine shrimp Artemia*. Vol. 3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren.
- SEIDEL, C. R., J. KRZYNOWEK, K. SIM y K. L. SIMPSON, 1980. International study on *Artemia* XI.- Aminoacid composition and electrophoretic protein patterns of *Artemia* from five geographical locations. pp. 375-382. En: G. PERSOONE, P. SORGELOOS, O. ROELS y E. JASPERS (Eds.). *The Brine Shrimp Artemia*. Vol.3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren.
- SORGELOOS P., P. LAVENS, P. LÉGER, W. TACKAERT y D. VERSICHELE, 1986. *Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture*. State University of Ghent (Eds.), Bélgica.
- SORGELOOS, P., P. LAVENS, P. LÉGER y W. TACKAERT, 1991. State of the art in larviculture of fish and shellfish. pp. 3-8. En: P. LAVENS, P. SORGELOOS, E. JASPERS y F. OLLEVIER (Eds.). *Larvi '91*. Special Publication No.15. European Aquaculture Society. Gante, Bélgica.
- TACON, A. G. J., 1987. *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training Manual. I.- The essential nutrients*. FAO. Brasilia. 129 p.
- TAKAEUCHI, T., S. ARAI, T. WATANABE y Y. SHIMMA, 1980. Requirements of eel, *Anguilla japonica*, for essential fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 46: 345-353.
- VILELA, M.H. y M.A.B. CASTELO, 1987. Characterization of Portuguese *Artemia* strains. pp. 211-218. En: P. SORGELOOS, D. BENGSTON, W. DECLEIR y E. JASPERS (Eds.) *Artemia Research and its Applications*. Vol. 1. Morphology. Genetic. Strain characterization. Toxicology. Universa Press, Wetteren, Bélgica.
- WATANABE, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 73B: 3-15.
- WATANABE, T., 1987. The use of *Artemia* in fish and crustacean farming in Japan. pp.373-394. En: P. SORGELOOS, D. BENGSTON, W. DECLEIR y E. JASPERS (Eds.) *Artemia Research and its Applications*. Vol.3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Bélgica.
- WATANABE, T., 1991. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. pp. 19. En: P. LAVENS, P. SORGELOOS, E. JASPERS y F. OLLEVIER (Eds.). *Larvi '91*. European Aquaculture Society. Special Publication No.15.
- WATANABE, T., F. OOWA, C. KITAJIMA, C. y S.FUJITA, 1980. Nutritional studies in the seed production of fish. IX.- Relationship between dietary values of brine shrimp *Artemia salina* and their content of w3 highly unsaturated fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 46: 35-41.

Recibido: 27 de septiembre de 1994.

Aceptado: 14 de noviembre de 1994.