

CRECIMIENTO POBLACIONAL DE TRES CEPAS DEL ROTÍFERO *BRACHIONUS PLICATILIS* MÜLLER.

(Effect of the diet and salinity on the population growth of three strains of rotifer *brachionus plicatilis* Müller.)

CABRERA, T¹. Y ROSAS, J².

¹Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar

²Instituto de Investigaciones Científicas
Universidad de Oriente Nueva Esparta
Porlamar 147, Venezuela.

RESUMEN

La importancia del cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* se ha ido incrementando progresivamente en Venezuela a la par de las investigaciones sobre el cultivo de organismos acuáticos, debido a su demostrada calidad como alimento vivo para larvas de peces y crustáceos. El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar la salinidad (12, 16, 26, 30 y 40 x 10⁻³) y la microalga (*Chlorella* sp., *Dunaliella salina* y *Nannochloropsis oculata*) que permitan el mejor crecimiento poblacional de tres cepas de rotíferos provenientes de tres localidades diferentes de Venezuela (Península de Araya, Edo. Sucre; y Pampatar y La Galera, Isla de Margarita). Para tal fin, se colocaron 10 rotíferos en tubos de ensayos, a una densidad de 1 org./ml, con una concentración de microalgas de 250.000 cel./ml, y se mantuvieron a una temperatura de 28°C por un periodo de tres días. Con los resultados del conteo final, se determinó la tasa instantánea de crecimiento (K), el tiempo de duplicación (td) y el rendimiento (r). Entre las microalgas, *N. oculata* resultó la mas conveniente para todas las cepas, seguida por *D. salina* y en última instancia *Chlorella* sp. En relación a la salinidad, la cepa Araya mostró mejor crecimiento en 12 x 10⁻³, la cepa La Galera entre 12 y 30 x 10⁻³, y la cepa Pampatar a 40 x 10⁻³. Estos resultados permiten establecer que se tratan evidentemente de tres cepas diferentes, cuyas condiciones de cultivo son particulares a cada una.

ABSTRACT

The importance of rotifer *Brachionus plicatilis* culture in Venezuela has been increased together with the investigation about the culture of aquatic organisms due to its quality as live food for fish and crustaceans larvae. This study

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

was conducted to determine the salinity (12, 16, 26, 30 y 40 x 10⁻³) and microalgae (*Chlorella* sp., *Dunaliella salina* y *Nannochloropsis oculata*) to allow the best growth rate of three strains of rotifers from three different locations of Venezuela (Península de Araya, Edo. Sucre; y Pampatar y La Galera, Isla de Margarita). In order to this, 10 rotifer were cultured in test tubes, with a density of 1 ind./ml, and a microalgae concentration of 250.000 cel./ml, and maintained at 28°C for three days. After this period, all organisms were counted and the growth rate (K), the duplication time (td) and the yield (r) were calculated. *N. oculata* was the best microalgae for all the three rotifer strains, *D. salina* was the second best and the last one was *Chlorella* sp. According to the salinity, the Araya strain showed the best growth rate at 12 x 10⁻³, the La Galera strain between 12 y 30 x 10⁻³, and the Pampatar strain at 40 x 10⁻³. These results established that there are three different strains, each with unique culture and conditions.

INTRODUCCION

El rotífero *Brachionus plicatilis* O.F. Müller ha sido utilizado como alimento vivo para las larvas de peces y crustáceos marinos así como también para especies dulceacuicolas (Hino e Hirano, 1988). Ito (1960) demostró el límite de tolerancia del rotífero a los cambios de salinidad, y reportó algunos datos sobre la biología reproductiva de este organismo. Varias investigaciones han sido realizadas sobre este organismo, el cual es considerado uno de los mejores alimentos vivos disponibles, principalmente debido a que son fácilmente cultivados (Gilberto y Mazzola, 1981), mantenidos en altas densidades (Gilberto y Mazzola, 1981; Fulks y Main, 1991), pequeño tamaño y movilidad lenta (Kinne, 1977; Hoff y Snell, 1989; Fulks y Main, 1991), y alto valor nutritivo (Watanabe et al., 1983; Gilberto y Mazzola, 1981), debido a que ellos sirven de medio de transporte de nutrientes (Fontaine y Revera, 1980).

El rotífero *B. plicatilis*, de acuerdo a su tamaño, ha sido dividido en dos cepas, la cepa pequeña, S (ca. 170 µm) y la grande, L (ca. 220 µm) (Fu et al., 1991a). Recientemente, una cepa ultra pequeña, Us (ca. 140 µm) ha sido aislada y estudiada en Tailandia (Kurokura et al., 1991). Las cepas S y L difieren entre sí en morfología, incluyendo tamaño (Fu et al., 1991a), en el cariotipo (Rumengan et al., 1991), temperatura y salinidad óptima de crecimiento (Ito et al., 1981; Mustahal e Hirata, 1991) y por lo tanto, ellos son considerados genéticamente divergentes (Fu et al., 1991b; Rumengan et al., 1991), y todas las tres cepas presentan diferencias en sus parámetros poblacionales (Kurokura et al., 1991; Cabrera, 1993).

En Venezuela se han realizado estudios sobre las cepas de Araya (Hung, 1989) y de Pampatar (Rosas, et al., 1993), utilizando dietas diferentes a las aquí estudiadas.

El objetivo del presente estudio fue el de determinar la tasa de crecimiento poblacional de tres cepas del rotífero *Brachionus plicatilis* (Península de Araya, Edo. Sucre; y Pampatar y La Galera, Isla de Margarita) cultivado en diferentes condiciones de cultivo (salinidad y alimento).

MATERIALES Y METODOS

Microalgas

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

Se utilizaron tres microalgas: *Chlorella* sp., *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco, y *Nannochloropsis oculata* Droop. Todas estas fueron cultivadas utilizando el medio f/2 (Guillard y Ryther, 1962), con aireación a 20 - 26 °C y con iluminación continua.

Rotíferos (*Brachionus plicatilis* Müller)

Se realizaron experimentos con las tres cepas del rotífero (Península de Araya, Edo. Sucre; y Pampatar y La Galera, Isla de Margarita), siguiendo la siguiente metodología:

Luego de un periodo de aclimatación de 3-4 días en las condiciones ambientales y las dietas a ser ensayadas, diez hembras **amoticas** fueron incubadas en tubos de ensayo conteniendo 10 ml de agua filtrada a cinco salinidades diferentes (12, 16, 26, 30 y 40 x 10⁻³) y la microalga particular a una concentración de 250.000 células/ml, y mantenidas a 28°C y luz continua por un periodo de tres días. Los ensayos se hicieron por triplicado y se promediaron los resultados.

Posteriormente los rotíferos fueron fijados con lugol, y contados con la ayuda de una lupa estereoscópica.

Para las tres cepas del rotífero se determinó la tasa instantánea de crecimiento (K) de acuerdo a:

$$K = (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

donde N_t: población al tiempo t, N₀: población inicial, t: tiempo (días),
el tiempo de duplicación (td):

$$td = \ln 2 / K,$$

y el rendimiento (r):

$$r = N_t - N_0 / t$$

RESULTADOS

Cepa Araya

Considerando el promedio de las tres microalgas, la tasa de crecimiento (K) osciló entre 0,41 (40 x 10⁻³) y 0,71 (12 x 10⁻³), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, esta osciló entre 0,51 (*Chlorella* sp.) y 0,60 (*D. salina* y *N. oculata*). El valor mínimo fue obtenido con *Chlorella* sp. a 40 x 10⁻³ (0,22), mientras que el máximo con *D. salina* a 12 x 10⁻³ (0,89) (Tabla 1, Fig. 1).

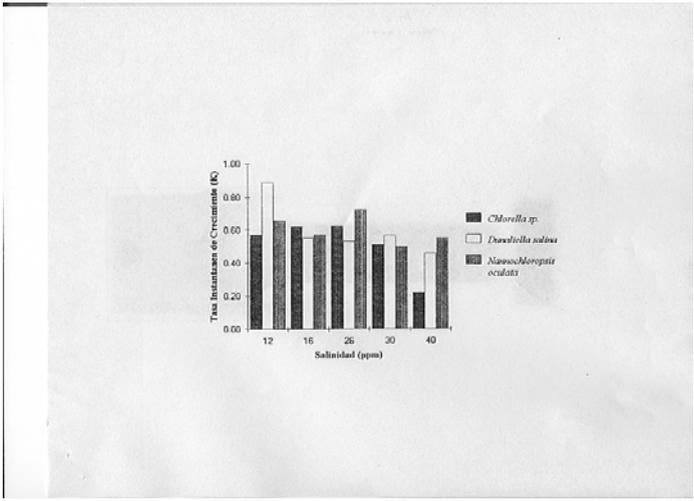


Figure 1. Tasa instantánea de crecimiento (K) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Araya, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

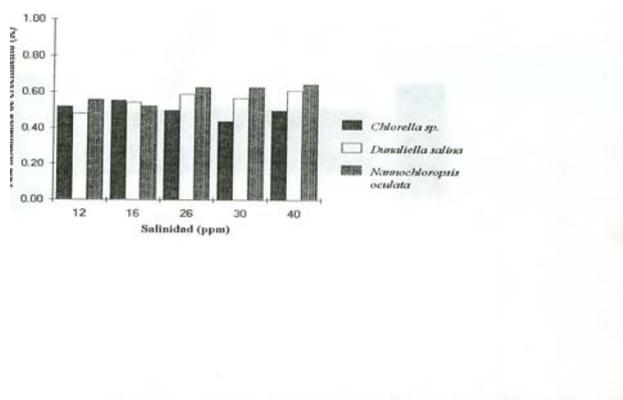


Figure 2. Tasa instantánea de crecimiento (K) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Pampatar, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

El tiempo de duplicación (td) promedio, considerando las tres microalgas, osciló entre 1,02 días (12×10^{-3}) y 1,98 días (40×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, este osciló entre 1,18 (*N. oculata*) y 1,59 (*Chlorella* sp.). El valor mínimo fue obtenido con *D. salina* a 12×10^{-3} (0,78 días), mientras que el máximo con *Chlorella* sp. a 40×10^{-3} (3,15 días) (Tabla 2, Fig. 2).

Tabla 1. Tasa instantánea de crecimiento (K) de tres cepas del rotífero *Brachionus plicatilis* cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

	SALINIDADES (10^{-3})					
	Cepa Araya					
<u>MICROALGA</u>	12	16	26	30	40	<u>AVERAGE</u>
<i>Chlorella</i> sp,	0,57	0,62	0,62	0,51	0,22	0,51
<i>Dunaliella salina</i>	0,89	0,55	0,53	0,57	0,46	0,60
<i>Nannochloropsis oculata</i>	0,66	0,57	0,72	0,50	0,55	0,60
<u>AVERAGE</u>	0,71	0,58	0,62	0,52	0,41	0,57
Cepa Pampatar						
<i>Chlorella</i> sp,	0,52	0,55	0,50	0,44	0,50	0,50
<i>Dunaliella salina</i>	0,48	0,54	0,59	0,57	0,61	0,56
<i>Nannochloropsis oculata</i>	0,56	0,52	0,63	0,63	0,64	0,60
<u>AVERAGE</u>	0,52	0,54	0,57	0,54	0,58	0,55
Cepa La Galera						
<i>Chlorella</i> sp,	0,61	0,62	0,57	0,65	0,33	0,55
<i>Dunaliella salina</i>	0,72	0,74	0,66	0,71	0,51	0,67
<i>Nannochloropsis oculata</i>	0,83	0,79	0,76	0,78	0,70	0,77
<u>AVERAGE</u>	0,72	0,71	0,66	0,71	0,51	0,66

El rendimiento (r) promedio, considerando las tres microalgas, osciló entre 8,96 ind./ml/día (40×10^{-3}) y 26,70 ind./ml/día (12×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, este osciló entre 13,31 ind./ml/día (*Chlorella* sp.) y 19,22 ind./ml/día (*D. salina*). El valor mínimo fue obtenido con *Chlorella* sp. a 40×10^{-3} (3 ind./ml/día), mientras que el máximo con *D. salina* a 12×10^{-3} (44 ind./ml/día) (Tabla 3, Fig. 3).

Cepa Pampatar

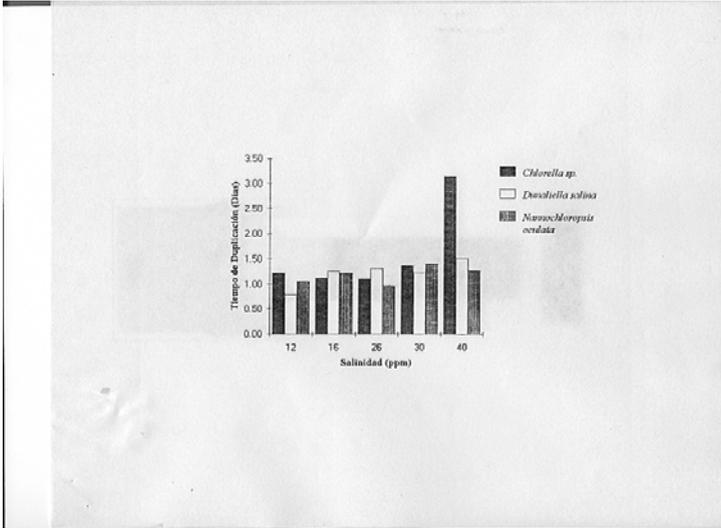
Considerando el promedio de las tres microalgas, la tasa de crecimiento (K) osciló entre 0,52 (12×10^{-3}) y 0,58 (40×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, esta osciló entre 0,50 (*Chlorella* sp.) y 0,60 (*N.*

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

oculata). El valor mínimo fue obtenido con *Chlorella* sp. a 30×10^{-3} (0,44), mientras que el máximo con *N. oculata* a 40×10^{-3} (0,64) (Tabla 1, Fig. 4).

Tabla 2. Tiempo de duplicación (días) de tres cepas del rotífero *Brachionus plicatilis* cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

MICROALGA	SALINIDADES (10^{-3})					AVERAGE
	12	16	26	30	40	
Cepa Araya						
<i>Chlorella</i> sp,	1,22	1,12	1,11	1,36	3,15	1,59
<i>Dunaliella salina</i>	0,78	1,26	1,31	1,22	1,51	1,22
<i>Nannochloropsis oculata</i>	1,05	1,22	0,96	1,40	1,27	1,18
AVERAGE	1,02	1,20	1,13	1,33	1,97	1,33
Cepa Pampatar						
<i>Chlorella</i> sp,	1,34	1,25	1,39	1,58	1,39	1,39
<i>Dunaliella salina</i>	1,44	1,28	1,18	1,22	1,14	1,25
<i>Nannochloropsis oculata</i>	1,24	1,33	1,11	1,10	1,08	1,17
AVERAGE	1,34	1,28	1,23	1,30	1,20	1,27
Cepa La Galera						
<i>Chlorella</i> sp,	1,14	1,11	1,22	1,07	2,12	1,33
<i>Dunaliella salina</i>	0,96	0,93	1,05	0,97	1,36	1,05
<i>Nannochloropsis oculata</i>	0,84	0,88	0,91	0,89	0,99	0,90
AVERAGE	0,98	0,98	1,06	0,98	1,49	1,09



Fi gure
 3. Tasa instantánea de crecimiento (K) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa La Galera cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

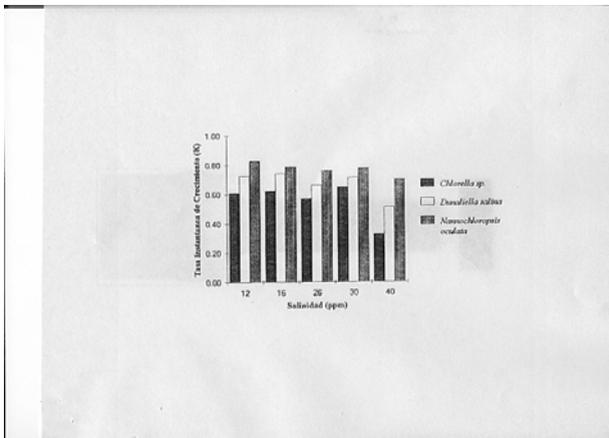
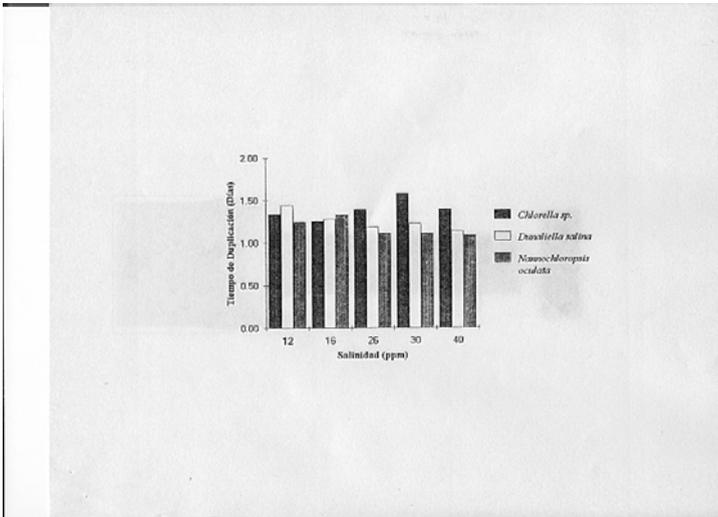


Figure 4. Tiempo de duplicación (días) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Araya,, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

El tiempo de duplicación (td) promedio, considerando las tres microalgas, osciló entre 1,20 días (40×10^{-3}) y 1,34 días (12×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, este osciló entre 1,17 (*N. oculata*) y 1,39 (*Chlorella* sp.). El valor mínimo fue obtenido con *N. oculata* a 40×10^{-3} (1,08 días), mientras que el máximo con *Chlorella* sp. a 30×10^{-3} (1,58 días) (Tabla II, Fig. 5).



Fi gure
5. Tiempo de duplicación (días) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Pampatar, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

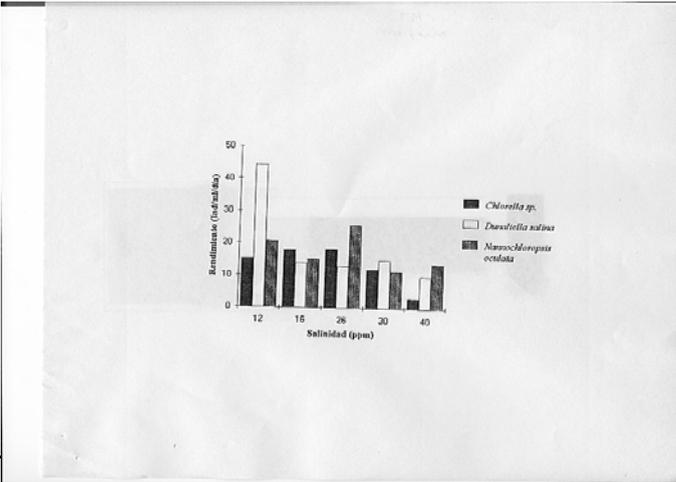
El rendimiento (r) promedio, considerando las tres microalgas, osciló entre 12,56 ind./ml/día (12×10^{-3}) y 16,22 ind./ml/día (40×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, este osciló entre 11,78 ind./ml/día (*Chlorella* sp.) y 16,76 ind./ml/día (*N. oculata*). El valor mínimo fue obtenido con *Chlorella* sp. a 30×10^{-3} (9 ind./ml/día), mientras que el máximo con *N. oculata* a 40×10^{-3} (20 ind./ml/día) (Tabla 3, Fig. 6).

Tabla 3. Rendimiento (ind./ml/día) de tres cepas del rotífero *Brachionus plicatilis*

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes

MICROALGA	SALINIDADES (10 ⁻³)					AVERAGE
	12	16	26	30	40	
Cepa Araya						
<i>Chlorella</i> sp,	15	18	18	12	3	13,31
<i>Dunaliella salina</i>	44	14	13	15	10	19,22
<i>Nannochloropsis oculata</i>	21	15	26	11	14	17,36
AVERAGE	26,70	15,70	19,00	12,77	8,96	16,63
Cepa Pampatar						
<i>Chlorella</i> sp,	12	14	12	9	12	11,78
<i>Dunaliella salina</i>	11	14	16	15	17	14,58
<i>Nannochloropsis oculata</i>	14	13	18	19	20	16,76
AVERAGE	12,56	13,52	15,37	14,19	16,22	14,37
Cepa La Galera						
<i>Chlorella</i> sp,	17	18	15	20	6	15,22
<i>Dunaliella salina</i>	26	28	21	25	12	22,33
<i>Nannochloropsis oculata</i>	36	32	29	31	24	30,40
AVERAGE	26,63	25,93	21,70	25,22	13,78	22,65



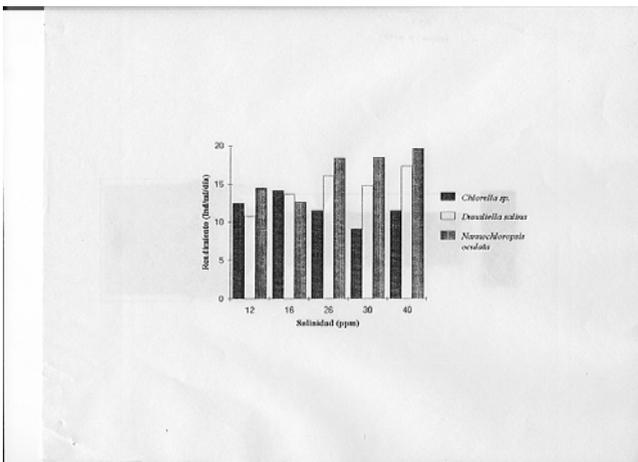
Fi gure 6. Tiempo de duplicación (días) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Galera, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

Cepa Galera

Considerando el promedio de las tres microalgas, la tasa de crecimiento (K) osciló entre 0,51 (40×10^{-3}) y 0,72 (12 y 16×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, esta osciló entre 0,55 (*Chlorella* sp.) y 0,77 (*N. oculata*). El valor mínimo fue obtenido con *Chlorella* sp. a 40×10^{-3} (0,33), mientras que el máximo con *N. oculata* a 12×10^{-3} (0,83) (Tabla 1, Fig. 7).

El tiempo de duplicación (td) promedio, considerando las tres microalgas, osciló alrededor de 1 día (12 a 36×10^{-3}) y 1,49 días (40×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, este osciló entre 0,90 (*N. oculata*) y 1,33 (*Chlorella* sp.). El valor mínimo fue obtenido con *N. oculata* a 12×10^{-3} (0,84 días), mientras que el máximo con *Chlorella* sp. a 40×10^{-3} (2,12 días) (Tabla II, Fig. 8).

Figure 7. Rendimiento (ind/ml/día) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Galera, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

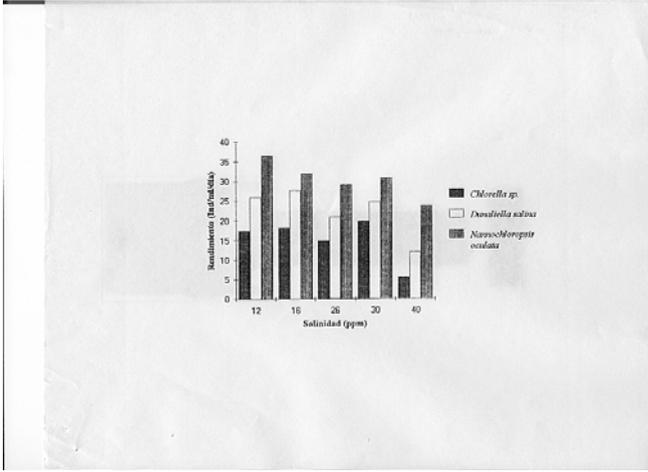


Figur e 8.
Rendi miento
(ind/ml/día) del rotífero *Brachionus plicatilis*,
cepa Galera, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

El rendimiento (r) promedio, considerando las tres microalgas, osciló entre 13,78 ind./ml/día (40×10^{-3}) y 26,63 ind./ml/día (12×10^{-3}), mientras que considerando el promedio de las cinco salinidades, este osciló entre 15,22 ind./ml/día (*Chlorella* sp.) y 30,40 ind./ml/día (*N. oculata*). El valor mínimo fue

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

obtenido con *Chlorella* sp. a 40×10^{-3} (6 ind./ml/día), mientras que el máximo con *N. oculata* a 12×10^{-3} (36 ind./ml/día) (Tabla III, Fig. 9).



Figure

Rendi

(ind./ml/día) del rotífero *Brachionus plicatilis*, cepa Galera, cultivado en cinco salinidades y tres microalgas diferentes.

9.

miento

DISCUSION

De acuerdo a los resultados, cada cepa del rotífero posee sus propias condiciones favorables para su producción. La cepa Araya parece estar adaptada a bajas salinidades y entre las microalgas utilizadas, *D. salina* dio los mejores resultados. La cepa Pampatar, por su parte, presentó un crecimiento más acelerado a altas salinidades y utilizando *N. oculata* como alimento. Por su parte, para la cepa La Galera, bajas salinidades y *N. oculata* dieron los mejores resultados. Igualmente, considerando el crecimiento poblacional de las tres cepas en las condiciones mas apropiadas establecidas en este trabajo, cada cepa presenta un crecimiento diferente, observándose que las cepas Araya y La Galera serian las mas convenientes en un cultivo masivo.

De las dietas utilizadas, *N. oculata* y *D. salina* parecen ser las mejores microalgas para la producción de las tres cepas. Mientras que *Chlorella* sp. no resultó conveniente para el crecimiento de las mismas. Estos resultados están relacionados con la calidad nutritiva del alimento utilizado, principalmente en lo relacionado a la deficiencia de vitaminas y ácidos grasos (Hirayama, 1985, 1987; Hirayama y Satuito, 1991).

En este experimento no se detectó la presencia de machos ni quistes, lo cual se ha demostrado puede ser una característica que no esta presente en determinadas cepas (Cabrera, 1993).

La gran variabilidad de los resultados obtenidos con estas cepas en este

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

trabajo, así como con las diversas cepas estudiadas a nivel mundial, se considera como una consecuencia de las variaciones genéticas, biológicas y nutricionales de las cepas estudiadas (Hino e Hirano, 1988), así como factores ambientales, tales como salinidad (Ito et al., 1981; Mustahal e Hirata, 1991; Cabrera, et al., 1993). Todos estos aspectos son importantes a considerar cuando se desea una producción masiva de rotíferos, para lo cual se hace necesario establecer las condiciones óptimas para cada cepa en particular, por lo que estudios al respecto deben realizarse continuamente a medida que se detecten nuevas áreas en las cuales se localicen estos organismos.

LITERATURA CITADA

- Cabrera, T. 1993. Nutritional value of live feeds and egg quality on the larval growth and survival of flounder (*Paralichthys olivaceus* Temminck et Schlegel). Ph.D. Dissertation. National Fisheries University of Pusan, Korea. 194 pp.
- Cabrera, T., S. Hur and J. Kim. 1993. Lifespan and fecundity of three types of rotifer, *Brachionus plicatilis* by an individual culture. Bull. Korean Fish. Soc. 26(6): 511-518.
- Fontaine, C. and D. Revera. 1980. The mass culture of the rotifer, *Brachionus plicatilis*, for use as food stuff in aquaculture. Proc. World Maricul. Soc. 11: 211-218.
- Fu, Y., K. Hirayama and Y. Natsukari. 1991a. Morphological differences between two types of the rotifer *Brachionus plicatilis* O. F. Mfller. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 151: 29-41.
- Fu, Y., K. Hirayama and Y. Natsukari. 1991b. Genetic divergence between S and L type strains of the rotifer *Brachionus plicatilis* O. F. Mfller. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 151: 43-56.
- Fulks, W. and K. Main. 1991. The design and operation of commercial-scale live feeds production systems. Pages 3-52 in W. Fulks and K. Main, eds Rotifer and Microalgae Culture Systems. Proc. U.S.-Asia Workshop. Hawaii. Ocean. Inst.
- Gilberto, S. and A. Mazzola, 1981. Mass culture of *Brachionus plicatilis* with an integrated system of *Tetraselmis suecica* and *Saccharomyces cerevisiae*. J. World Maricult. Soc. 12(2): 61-62.
- Guillard, R. and J. Ryther. 1962. Studies of marine planktonic diatoms. I.-*Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. Can. J. Microbiol. 229-239.
- Hino, A. and R. Hirano. 1988. Relationship between water chlorinity and bisexual reproduction rate in the rotifer *Brachionus plicatilis*. Nippon Suisan Gakkaishi 54(8): 1329-1332.
- Hirayama, K. 1985. Biological aspects of the rotifer *Brachionus plicatilis* as a food organism for mass culture of seeding. Coll. fr.-japon. Oceanogr. Marseille, 16 - 21 Sept. 1985. 8: 41-50.
- Hirayama, K. 1987. A consideration of why mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* with baker's yeast is unstable. Hydrobiol. 147: 269-270.

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Hirayama, K and G. Satuito. 1991. The nutritional improvement of baker's yeast for the growth of the rotifer, *Brachionus plicatilis*. Pages 151-162. in W. Fulks and K. Main eds Rotifer and Microalgae culture Systems. Proc.U.S.-Asia Workshop. Hawaii. Ocean. Inst.
- Hoff, F. and T. Snell. 1989. Plankton Culture Manual. 2nd. ed. Florida Aqua Farms Inc. Florida. pp. 38-76.
- Hung, M. 1989. Ensayo de cultivo de una cepa de rotifero *Brachionus plicatilis* aislada en Venezuela. Rev. Lat.Acui. 40: 83-112.
- Ito, T. 1960. On the culture of mixohaline rotifer *Brachionus plicatilis* O. F. Müller in the sea water. Rep. Fac. Fish. Univ. Mie. 3(3): 708-740.
- Ito, S., H. Sakamoto, M. Hori and K. Hirayama. 1981. Morphological characteristics and suitable temperature for the growth of several strains of the rotifer, *Brachionus plicatilis*. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. 51: 9-16.
- Kinne, O. 1977. Cultivation of Animals. Research Cultivation. Pages 688-691 in O. Kinne ed. Marine Ecology, Vol. III, Part 2. J. Willey & Sons. London.
- Kurokura, H., M. Castellano and S. Kasahara. 1991. The population growth of a rotifer *Brachionus plicatilis* and life history of amictic females. Nippon Suisan Gakkaishi 57(9): 1629-1634.
- Mustahal and H. Hirata. 1991. Adaptability of five strains of the rotifer, *Brachionus plicatilis* at various salinities. Suisanzoshoku. 39(4):447-453.
- Rosas, J., Gómez, O. y Gómez, A. 1993. Crecimiento y cultivo de *Brachionus plicatilis* aislado de una laguna costera de la Isla de Margarita. Acta Científica Venezolana. 44(1): 4
- Rumengan, I., H. Kayano and K. Hirayama. 1991. Karyotypes of S and L type rotifers *Brachionus plicatilis* O. F. Müller. J. Exp. Mar. Biol.Ecol. 154: 171-176.