

An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín	139-151	19-20	Santa Marta Colombia, 1989-1990	ISSN 0120-3959
---------------------------------------	---------	-------	------------------------------------	-------------------

## COMPARACION EXPERIMENTAL DE LAS CEPAS COLOMBIANAS DE *Artemia* (GALERAZAMBA, MANAURE Y POZOS COLORADOS)

Federico Newmark Umbreit

### RESUMEN

Se examinaron en el laboratorio las influencias de la densidad de siembra y la salinidad en la producción de biomasa, el crecimiento y la madurez sexual de cepas Colombianas de *Artemia*. Los resultados indican ( $P < 0.05$ ) que cuando se combinan densidades de siembra bajas (10 nauplios/litro) y salinidades de 130°/oo, se incrementa el crecimiento, la madurez sexual, y la producción de biomasa de las tres cepas estudiadas. La cepa de Galerazamba se apartó un poco de dicho comportamiento al presentar producciones importantes de biomasa y de hembras maduras sexualmente a salinidades de 130°/oo y densidades de 50 nauplios/litro. Finalmente, con base en las diferencias biométricas y el comportamiento del cultivo experimental, se concluye que la cepa de Galerazamba es significativamente diferente en relación a las cepas de Manaure y Pozos Colorados.

### ABSTRACT

The effect of sowing density and water salinity on biomass production, growth and sexual maturity of Colombian *Artemia* strains, was examined. In the laboratory, it was found that ( $P < 0.05$ ) when a low sowing density (10 nauplii/liter) and a salinity of 130°/oo are combined, there is a significant increase in growth, sexual maturity and biomass production in the three studied strains. However, the behavior of the Galerazamba strain was slightly different, showing higher biomass production and number of sexually mature females at 130°/oo and 50 nauplii/liter. Finally, based upon biometric differences and behavior under experimental culture, it is concluded that the Galerazamba strain is significantly different to the Manaure and Pozos Colorados strains.

### INTRODUCCION

El camarón de salmuera *Artemia* (Crustacea: Artemidae), constituye un recurso de vital importancia en el desarrollo tecnológico de la acuicultura mo-

terna, dado que es un insumo por el momento insustituible para la nutrición larvaria de camarones y peces. Según Kinne (1977), más del 85% de las especies marinas que han podido ser cultivadas lo han sido gracias a las bondades alimenticias de los nauplios de este crustáceo.

En relación a la distribución geográfica, se ha podido constatar una notable variedad de razas o cepas del camarón de salmuera, ampliamente repartidas por todo el mundo, desarrollándose en biotopos de zonas trópicas, subtropicales y templadas. Según Mitchel y Geddes (1977), *Artemia* se distribuye desde Groenlandia hasta Australia y desde las Antillas hasta el Asia Central. Se le encuentra tanto en salinas costeras con aguas de origen marino (talasohalinas), como en lagos salados de aguas atalashalinas, notablemente alejados del mar.

En Colombia se le encuentra en tres localidades en la Costa Atlántica: Manaure, localizada a 11° 45' de latitud norte y 72° 22' de longitud oeste (Guajira); Pozos Colorados, localizada a 11° 9,6' de latitud norte y 74° 13,6' de longitud oeste (Magdalena) y Galerazamba, localizada a 10° 49' de latitud norte y 75° 12' de longitud oeste (Bolívar). No hay registros del Pacífico (Douillet y Newmark, 1982).

*Artemia* presenta dos tipos de reproducción: sexual y partenogenética. Ambas modalidades se excluyen pues no se ha encontrado ninguna cepa que pueda alternar ambas formas cíclicamente (Browne, 1980). Las cepas colombianas son exclusivamente sexuales (Newmark, 1988). Independientemente del tipo reproductivo las hembras darán lugar a dos tipos de estrategias reproductivas: ovoviviparidad y oviparidad. El proceso ovovivíparo se genera cuando el desarrollo embrionario se completa en el útero de la hembra y la cría nace en forma de nauplio. Por el contrario, la oviparidad se produce cuando los embriones en el estado de blástula avanzada o gástrula incipiente se cubren de un corion resistente, generado por las glándulas de la cáscara, y son emitidos por la hembra como quistes en estado de diapausa.

Por otra parte, Amat (1985a) ha logrado constatar que existen notables diferencias de la calidad nutricional, eficiencia de eclosión, biometría, y estrategias reproductivas de las diversas cepas estudiadas. En consecuencia, este trabajo tiene como propósito fundamental, generar información básica para la implementación y manejo de cultivos de cepas colombianas de *Artemia*, a nivel de salinas y de laboratorios destinados a la producción de peces y crustáceos.

## MATERIALES Y METODOS

### Diseño Experimental

Para el desarrollo de este estudio se contó con la donación de quistes de las cepas de Manaure y Galerazamba por parte del proyecto *Artemia* del Insti-

tuto de Fomento Industrial (IFI). Los quistes de la cepa de Pozos colorados se colectaron en dicha salina.

Con base en este material, se implementaron tres experimentos factoriales (uno para cada cepa de *Artemia*), es decir, se fijaron dos variables independientes (salinidad y densidad) y se observó su efecto a diferentes intensidades sobre las siguientes variables dependientes: producción de biomasa, talla y número de hembras maduras sexualmente. Los resultados obtenidos se contrastaron por medio de análisis de varianza a 2 vías (Sokal y Rohlf, 1979).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los experimentos anteriores, se escogieron la densidad y salinidad óptimas para realizar un experimento en el cual se observó si existían diferencias entre las cepas colombianas de *Artemia*, en cuanto a las siguientes variables dependientes: biomasa, porcentaje de supervivencia, número de hembras maduras sexualmente, diámetro del quiste (deshidratado, hidratado y descapsulado) y longitud del nauplio. Los resultados obtenidos se interpretaron por medio de análisis de varianza a una vía (ANOVA).

### Montaje Experimental

Para el tratamiento experimental de cada una de las tres cepas seleccionadas se instaló un sistema de 24 acuarios de 18 litros cada uno, en los que se establecieron dos réplicas para cada uno de los siguientes tratamientos: 4 diferentes salinidades (44, 70, 80, 130°/oo), y tres niveles de densidad de siembra (baja, 10 nauplios/litro; media, 50 nauplios/litro y alta, 250 nauplios/litro).

Para alimentar las artemias se utilizaron cultivos de *Dunaliella salina* Dunal, 1905, mantenidos de acuerdo a la metodología reportada por Mancera (1988); la cepa de esta microalga fue aislada y suministrada por el citado autor. Partiendo de dicho inóculo, el cultivo de esta alga se incrementó en botellones de 18 litros previamente fertilizados con el abono inorgánico "triple 15" (15% K, 15% P y 15% N) y a las 4 salinidades anteriormente citadas, con el objeto de mantener un stock suficiente de algas durante el desarrollo de los experimentos.

Una vez instaurados los cultivos de *Dunaliella* se procedió a determinar la tasa de filtración de los adultos de *Artemia*, para estimar la cantidad máxima de alimento a suministrar. Para tal fin se seleccionaron 32 parejas sexualmente maduras de cada una de las tres cepas. La mitad se repartió en 4 beakers de 100 ml que contenían levadura de panadería inactivada (*Saccharomyces* sp) a una densidad ajustada a  $1 \times 10^6$  células/ml y a las 4 salinidades previamente fijadas para el experimento factorial (44, 70, 80, 130°/oo). La otra parte se repartió en idénticas condiciones, pero con la diferencia de que el alimento consistía en *Dunaliella salina*. Seguidamente, durante 8 horas, se realizaron conteos de células (Levaduras y *Dunaliella*), espaciados cada hora, con el hemocitómetro. Los resultados de esta prueba no reflejaron diferencias significativas atribuibles a la salinidad, al tipo de partícula alimenticia o al tipo de cepa. En

consecuencia, se decidió suministrar cada día 20000 células por individuo, o sea la tasa diaria de filtración promedio aproximada (19639 células/ml).

Las microalgas a utilizar en la alimentación diaria de cada experimento se tomaron de los 4 botellones de 18 litros; con el fin de incrementar su densidad se centrifugaron a 3500 r.p.m., para posteriormente estimar el número de células por mililitro con el hemocitómetro y almacenarlas a 10°C en el refrigerador, esto último para reducir el metabolismo de las células y evitar su reproducción.

Con el propósito de naturalizar los medios de cultivo en cada acuario, antes del aforo a 18 litros con agua de mar filtrada, se agregaron 500 ml de los cultivos de *Dunaliella salina* sin refrigerar y 2 gramos de "Triple 15" por acuario. El cultivo de las microalgas se prolongó por espacio de 8 días en cada bloque experimental, al cabo de los cuales se procedió a determinar la densidad algal en cada acuario, para posteriormente a partir de la densidad máxima encontrada, nivelar las densidades de las poblaciones algales de los demás acuarios mediante la adición del número de células faltantes.

Paralelamente se procedió a descapsular los quistes de acuerdo a la metodología de Amat (1985b). Los quistes descapsulados se colocaron en embudos de plástico para su eclosión de acuerdo a las recomendaciones de Douillet y Newmark (1982). Una vez eclosionados, se contaron 30 alicuotas de 1 ml en una placa Bogorov. Para facilitar los conteos los nauplios se fijaron con unas gotas de lugol concentrado. Finalmente, para evitar cambios en la salinidad, los nauplios se sembraron en cada acuario luego de concentrarlos con un colector de 70  $\mu$ m, de acuerdo a la densidad predeterminada. Al cabo de 15 días se colectaron todos los individuos con una red de 250  $\mu$ m. La producción de biomasa se expresó en peso seco (mg/l). La estimación de la talla de los individuos se obtuvo anestesiándolos con unas gotas de cloroformo para lograr su relajación. Posteriormente, mediante un estereoscopio con un ocular graduado se midieron entre 20 y 30 individuos, desde el extremo frontal de la cabeza hasta el extremo de la furca caudal sin incluir las sedas de las ramas furcales. El número de hembras maduras, se determinó por conteo directo en placas Bogorov. Se consideraron hembras maduras todas aquellas que presentaron maduración del ovario y acumulación de ovocitos en el útero.

Con base en las mejores producciones de biomasa para cada cepa, se realizó un experimento en el cual se reproducían las condiciones de mejor producción de biomasa (130°/oo y 10 nauplios/litro), y se compararon simultáneamente las tres cepas de *Artemia* colombianas (6 réplicas/cepa).

Los experimentos se desarrollaron en un recinto con aire acondicionado cuya temperatura y humedad relativa se monitorearon permanentemente. La temperatura del agua en cada acuario se registró diariamente y el oxígeno se mantuvo a saturación mediante difusores regulados individualmente por válvulas de suero fisiológico. El flujo y presión del sistema de aireación se controló con un regulador "ARO", el cual contiene un filtro que retiene la humedad del aire. Las condiciones de iluminación fueron similares y se mantuvo un fotoperíodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. La salinidad se controló

por medio de tapas de fibra de vidrio y manteniendo el nivel de aforo de cada acuario con aportes de agua desionizada. Además, durante el transcurso de las experiencias se tomaron registros semanales de los principales parámetros físico-químicos de los medios de crianza de *Artemia*, tratando que estas mediciones se realizaran entre las 09:00 y 10:00 horas. Así, se determinaron la temperatura; el pH; el oxígeno con una sonda Yellow-Springs Instruments (YSI) y la salinidad con un conductímetro.

## RESULTADOS

### Producción de *Artemia*

Entre el 30 de marzo y el 24 de junio de 1988, se realizaron los 3 experimentos factoriales diseñados para las cepas colombianas de *Artemia*. Los resultados de los análisis de varianza a 2 vías se consignan en la tabla 1.

Dichos datos indican ( $P < 0.05$ ) que la salinidad y la densidad al interactuar presentan un efecto sinérgico cuando se cultiva *Artemia* a salinidades de 130°/oo y densidades de siembra de 10 nauplios/litro. Es decir, se incrementan el crecimiento, la madurez sexual y la producción de biomasa cuando interactúan densidades de siembra bajas con salinidades altas. Este comportamiento general es similar para las tres cepas; no obstante, la cepa de Galerazamba se aparta un poco de dicha tendencia, lo cual se podrá deducir a partir de la siguiente descripción de los resultados.

Respecto a la producción de biomasa en función de la densidad para cada cepa, se encontró que el 66.3% de la producción total de biomasa de la cepa de Manaure corresponde a densidades bajas; mientras que para las cepas de Pozos y Galerazamba el 69.4 y 56.9% de la producción total de biomasa, respectivamente, correspondió también a bajas densidades de siembra. De otra parte, al observar las diferentes producciones de biomasa en función de la salinidad, es evidente que a salinidades de 130°/oo las producciones de biomasa fueron mucho mayores, es decir, 50.4%, 41.8% y 72.6% del total de biomasa producido por las cepas de Manaure, Pozos y Galerazamba. La interacción se aprecia en la figura 1; nótese que el efecto sinérgico es muy significativo cuando se combinan salinidades de 130°/oo y densidades de siembra de 10 nauplios/litro. No obstante, la cepa de Galerazamba se aparta un poco de este esquema al presentar también producciones importantes de biomasa en salinidades de 130°/oo y densidades de 50 nauplios/litro.

En relación al crecimiento es claro que a densidades de siembra bajas el crecimiento de las cepas colombianas de *Artemia* es significativamente mayor que a densidades altas. Dicha tendencia se invierte en función de la salinidad ya que es evidente un incremento de la talla con el aumento de la salinidad, presentándose para las 3 cepas el mayor crecimiento en 130°/oo. En la figura 2 se ilustra gráficamente la interacción de la densidad y la salinidad en función

del crecimiento; obsérvese que el mayor crecimiento se presenta en todos los casos a salinidades de 130<sup>o</sup>/oo y densidades de siembra de 10 nauplios/litro.

Tabla 1. Análisis de los efectos de la salinidad y la densidad sobre el crecimiento y la producción de biomasa de *Artemia* (ANOVA a dos vías).

Variación	Suma de Cuadrados	GL	Varianza	F	Prob	Cepa
<b>BIOMASA</b>						
Densidad	1556.49	2	778.25	160.37	2.20E-9	M A N A U R E
Salinidad	1239.41	3	413.14	85.13	2.34E-8	
DxS	1870.76	6	311.79	64.25	2.01E-8	
Error	58.24	12	4.85			
<b>TALLA</b>						
Densidad	77.56	2	38.78	528.02	0	P O Z O S
Salinidad	42.71	3	14.24	193.85	1.98E-10	
DxS	9.79	6	1.63	22.21	7.68E-6	
Error	0.88	12	0.07			
<b>BIOMASA</b>						
Densidad	7110.05	2	3555.02	46.92	2.12E-6	G A L E R A Z A M B A
Salinidad	2505.33	3	835.11	11.02	0.0009	
DxS	4707.04	6	784.51	10.35	0.0004	
Error	909.25	12	75.77			
<b>TALLA</b>						
Densidad	81.61	2	40.81	229.37	2.74E-10	
Salinidad	39.61	3	13.20	74.21	5.31E-8	
DxS	5.66	6	0.94	5.30	0.0069	
Error	2.14	12	0.18			
<b>BIOMASA</b>						
Densidad	6308.58	2	3154.29	17.63	0.0003	
Salinidad	23081.45	3	7693.82	43.00	1.07E-6	
DxS	10169.00	6	1694.83	9.47	0.0006	
Error	2147.12	12	178.93			
<b>TALLA</b>						
Densidad	63.97	2	31.98	533.11	1.9E-12	
Salinidad	101.53	3	33.84	564.11	4.3E-13	
DxS	15.20	6	2.53	42.23	2.21E-7	
Error	0.72	12	0.06			

En cuanto a la madurez sexual, es importante anotar que a los 11 días de iniciado el experimento con las cepas de Manaure y de Pozos Colorados se observó la aparición de nauplios, es decir, se presenta la primera generación, mientras que para la cepa de Galerazamba, la aparición de la primera generación se observó a los 10 días. De otro lado, la tabla 2 muestra claramente para las cepas de Manaure y Pozos, que el 100% de las hembras maduras se presentaron a densidades de siembra bajas; mientras que para la cepa de Galerazamba, la madurez sexual fue mayor a densidades de siembra de 50 nauplios/litro. Asimismo, la tabla 2 muestra que para las tres cepas la mayor proporción

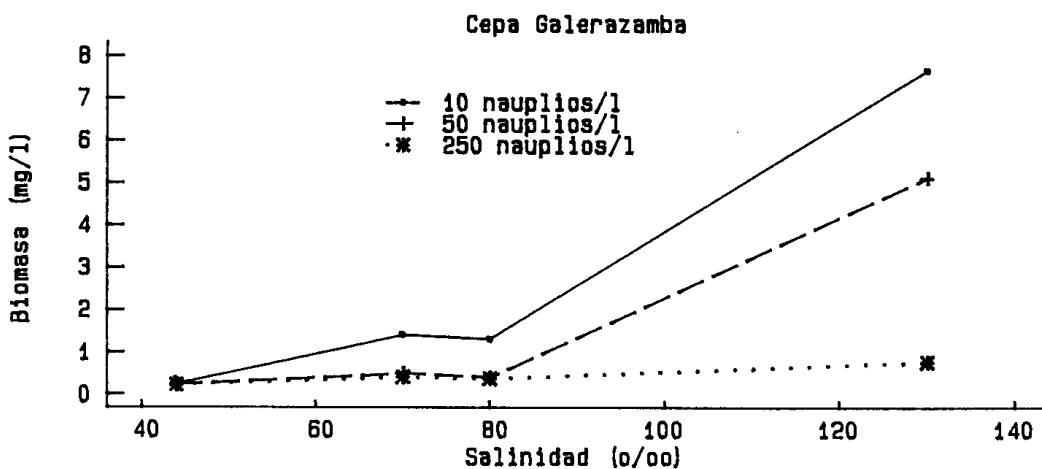
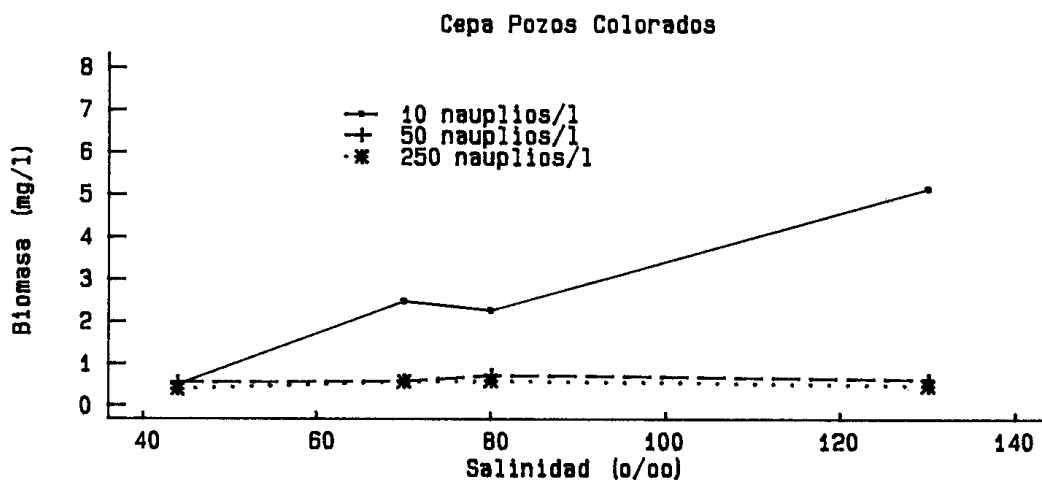
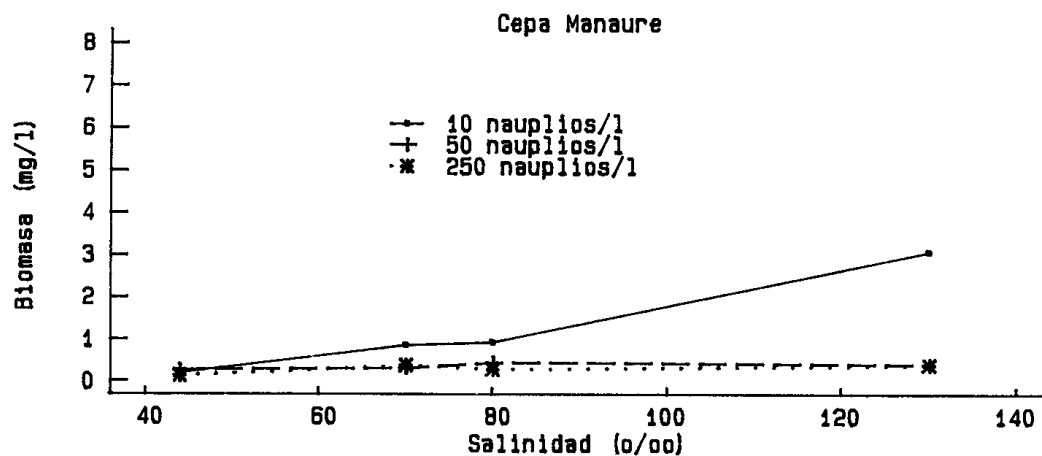


Figura 1. Efecto de la salinidad y la densidad sobre la producción de biomasa de las cepas de *Artemia* de Manaure, Pozos Colorados y Galerazamba.

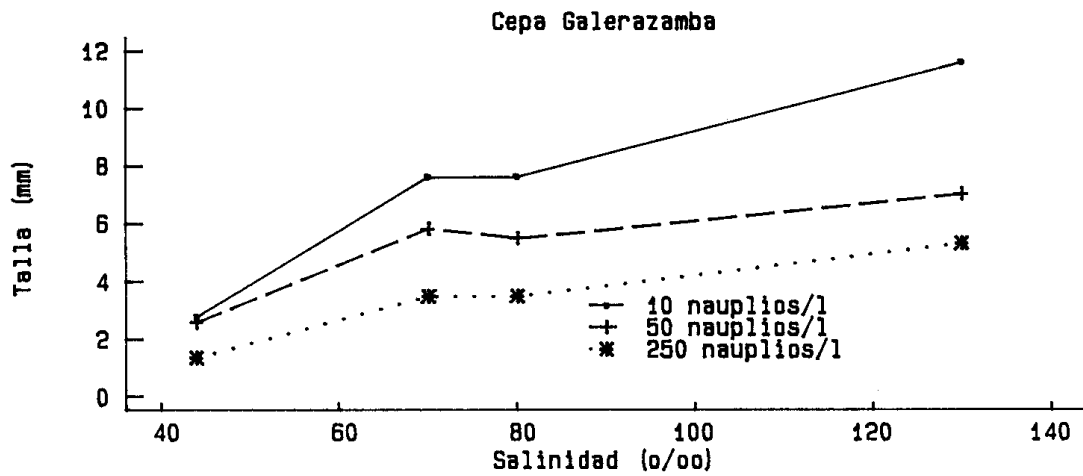
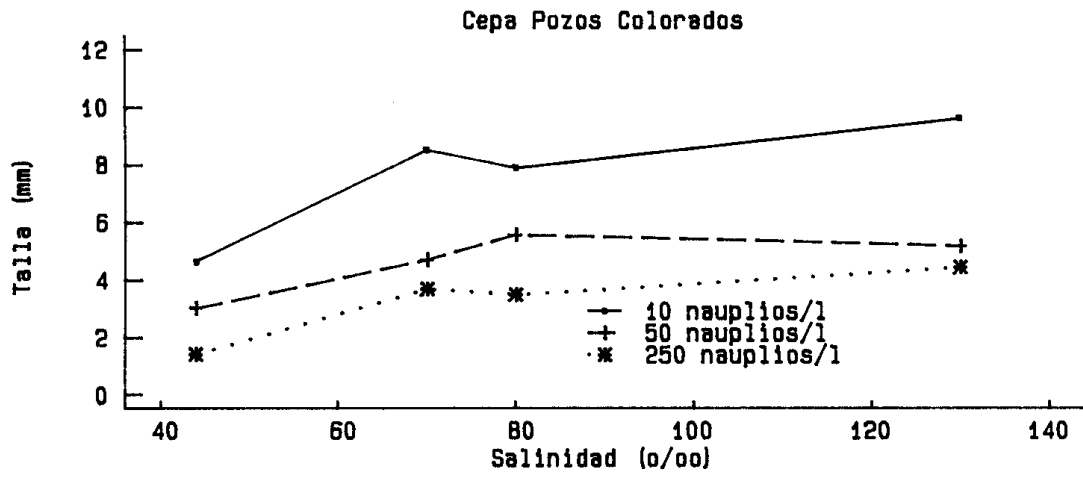
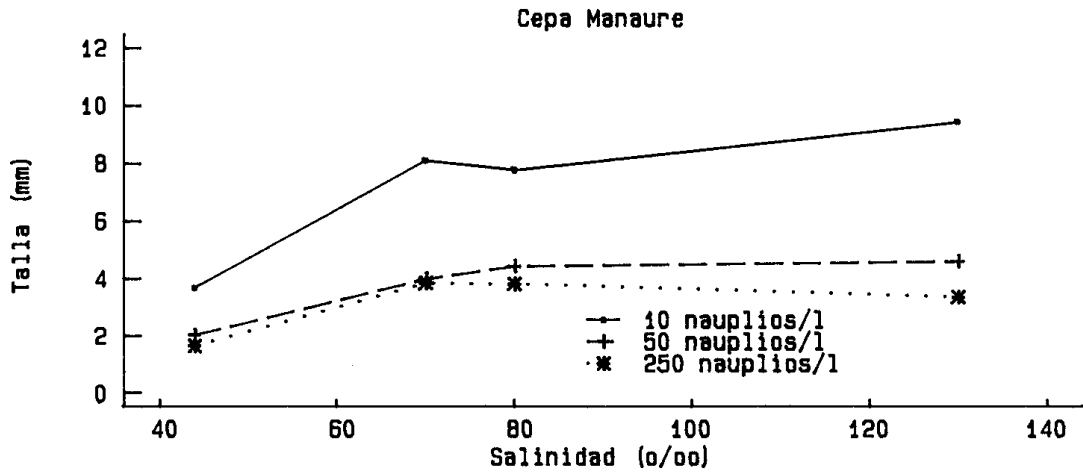


Figura 2. Efecto de la salinidad y la densidad sobre el incremento en talla de las cepas de *Artemia* de Manaure, Pozos Colorados y Galerazamba.



Tabla 2. Valores promedio de la producción de biomasa, la talla y el número de hembras maduras de las tres cepas de *Artemia* estudiadas.

Variable	Salinidad ‰				Total	Densidad (nauplios/l)	Cepa
	44	70	80	130			
BIOMASA (mg/l)	0.19	0.86	0.93	3.08	1.27	10	M A N A U R E
	0.26	0.31	0.44	0.39	0.35	50	
	0.13	0.38	0.28	0.39	0.29	250	
TOTAL	0.19	0.52	0.55	1.29	0.64		
TALLA (mm)	3.66	8.10	7.76	9.44	7.24	10	
	2.01	3.99	4.44	4.61	3.76	50	
	1.64	3.85	3.81	3.34	3.16	250	
TOTAL	2.43	5.31	5.33	5.80	4.72		
HEMBRAS MADURAS	0.00	10.50	7.00	44.50	15.50	10	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250	
TOTAL	0.00	3.50	2.33	14.83	5.17		
BIOMASA (mg/l)	0.49	2.48	2.26	5.15	2.59	10	P O Z O S
	0.55	0.59	0.73	0.62	0.62	50	
	0.41	0.58	0.60	0.48	0.52	250	
TOTAL	0.48	1.22	1.19	2.08	1.25		
TALLA (mm)	4.63	8.52	7.89	9.62	7.66	10	
	3.01	4.71	5.57	5.16	4.61	50	
	1.41	3.69	3.48	4.44	3.25	250	
TOTAL	3.02	5.64	5.64	6.40	5.18		
HEMBRAS MADURAS	0.00	25.50	16.50	66.00	27.00	10	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250	
TOTAL	0.00	8.50	5.50	22.00	9.00		
BIOMASA (mg/l)	0.24	1.41	1.30	7.66	2.65	10	G A L E R A Z A M B A
	0.23	0.51	0.39	5.11	1.56	50	
	0.22	0.41	0.37	0.77	0.45	250	
TOTAL	0.23	0.77	0.69	4.52	1.55		
TALLA (mm)	2.73	7.60	7.62	11.61	7.39	10	
	2.55	5.81	5.48	7.02	5.22	50	
	1.34	3.47	3.47	5.31	3.39	250	
TOTAL	2.20	5.62	5.52	7.98	5.33		
HEMBRAS MADURAS	0.00	19.50	16.00	37.00	18.30	10	
	0.00	0.00	0.00	128.00	32.00	50	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250	
TOTAL	0.00	6.50	5.33	55.00	16.71		

de hembras maduras se presentó a salinidades de 130‰ (71.8%, 61.1% y 82.3% del total respectivamente). En relación al efecto combinado de la densidad y la salinidad sobre la madurez sexual se notó que la presencia de hem-

bras maduras estuvo restringida a densidades de siembra bajas y a salinidades de 70 a 130 ‰ (con un óptimo a 130 ‰), aún cuando para la cepa de Galerazamba, aparentemente el efecto sinérgico se presenta a 130 ‰ y densidades de 50 nauplios/litro.

El cuarto experimento se realizó simultáneamente para las tres cepas a una salinidad de 130 ‰ y una densidad de siembra de 10 nauplios/litro. Los resultados indican ( $P < 0.05$ ) que no existen diferencias significativas entre las 3 cepas en cuanto a la producción de biomasa, número de hembras maduras, crecimiento de hembras y porcentaje de supervivencia (ver tabla 3).

Finalmente, es importante destacar que durante el transcurso de los 4 experimentos no se observó la postura de quistes.

Tabla 3. Análisis de las diferencias entre cepas respecto a biomasa, crecimiento de machos y hembras, hembras maduras y porcentaje de supervivencia (ANOVA a una vía).

Variación	Suma de Cuadrados	GL	Varianza	F	Prob	Cepa	Media
<b>BIOMASA</b>							
Entre grupos	656.67	2	328.34	0.17	0.84	M	90.85
Dentro grupos	28374.92	15	1891.66			P	90.00
TOTAL	29031.60	17				G	103.22
<b>TALLA HEMBRAS</b>							
Entre grupos	4.27	2	2.13	1.70	0.22	M	10.19
Dentro grupos	18.83	15	1.26			P	10.58
TOTAL	23.10	17				G	11.36
<b>TALLA MACHOS</b>							
Entre grupos	6.41	2	3.21	4.12	0.04	M	7.73
Dentro grupos	11.67	15	0.78			P	8.39
TOTAL	18.08	17				G	9.19
<b>HEMBRAS MADURAS</b>							
Entre grupos	16.33	2	8.17	0.20	0.82	M	40.50
Dentro grupos	617.67	15	41.18			P	38.33
TOTAL	634.00	17				G	40.17
<b>% SUPERVIVENCIA</b>							
Entre grupos	61.92	2	30.96	0.86	0.44	M	48.23
Dentro grupos	539.09	15	35.94			P	43.72
TOTAL	601.01	17				G	45.55

### Biometría

Los resultados del análisis de varianza a una vía se consignan en la tabla 4. De esta información se deduce ( $P < 0.05$ ) que hay diferencias significativas entre las cepas al cotejar la biometría de los quistes y nauplios. La cepa de Galerazamba se destaca por presentar los quistes de mayor diámetro y los nauplios de mayor longitud. A nivel de quistes no hay diferencias entre las

cepas de Manaure y Pozos Colorados; no obstante, el nauplio de Manaure evidencia mayor longitud que el nauplio de Pozos Colorados.

Tabla 4. Análisis de las diferencias biométricas entre cepas (ANOVA a una vía). El diámetro de los quistes y la longitud de los nauplios están expresados en micrómetros.

Variación .	Suma de Cuadrados	GL	Varianza	F	Prob	Cepa	Media
<b>QUISTE*</b>							
Entre grupos	2669.56	2	1334.78	13.87	8.04E-6	M	205.67
Dentro grupos	6930.41	72	96.26			P	204.85
TOTAL	9599.97	74				G	218.04
<b>QUISTE**</b>							
Entre grupos	3909.61	2	1954.80	16.81	1.25E-6	M	240.32
Dentro grupos	7673.30	66	116.26			P	244.48
TOTAL	11582.91	68				G	257.67
<b>QUISTE***</b>							
Entre grupos	8964.87	2	4482.44	142.64	0.000	M	217.98
Dentro grupos	2011.16	64	31.42			P	<b>218.49</b>
TOTAL	10976.03	66				G	243.53
<b>NAUPLIO</b>							
Entre grupos	43476.97	2	21738.48	48.58	2.40E-13	M	355.59
Dentro grupos	27298.26	61	447.51			P	343.87
TOTAL	79775.23	63				G	403.70

\*quiste deshidratado, \*\*quiste hidratado, \*\*\*quiste descapsulado.

#### DISCUSION Y CONCLUSIONES

Una conclusión clara de este trabajo es la presencia de un efecto sinérgico en el crecimiento, madurez sexual y producción de biomasa, cuando se combinan densidades de siembra bajas (10 nauplios/litro) y salinidades de 130°/oo. Esto probablemente estaría indicando que en estas condiciones, los mecanismos homeostáticos en *Artemia* actúan con una mayor eficiencia.

En este sentido, Newmark (1988) observó que, para el mes junio en la salina de Pozos Colorados, el pico de producción de biomasa en uno de los pozos que contenía *Artemia* se situó en las 142°/oo, salinidad relativamente cercana al óptimo encontrado en laboratorio. Paradójicamente, la presencia de *Artemia* fue nula en el mismo mes y en otro pozo de cristalización con una salinidad de 138°/oo. Esto se explica por la depreciación ejercida por poecílicos (*Mollienesia* sp) y hemípteros (*Centrocorixa kollari* y *Trichocorixa* sp). Bajo esta perspectiva, Amat (1985 a) afirma que los límites inferiores de salinidad que tolera *Artemia* en condiciones naturales están definidos por aquellos que favorezcan o no la presencia de depredadores. En condiciones de laboratorio, está demostrado que *Artemia* vive perfectamente en agua de mar, e incluso en salinidades menores.

Con los resultados de este trabajo se abre un abanico de posibilidades para el acuicultor, ya que dependiendo de la utilización deseada de *Artemia* se puede elegir la salinidad más conveniente. Por ejemplo, si lo que se pretende es alimentar larvas de peces o crustaceos, sería mucho más eficiente para las larvas capturar un reducido número de metanauplios de alto valor nutritivo (cultivados entre 35°/oo y 40°/oo y densidades entre 50 y 250 nauplios/litro) que un elevado número de nauplios. Ya que el desarrollo metamórfico de *Artemia* no es tan acelerado en estas condiciones, sería posible manipular por más tiempo el valor nutritivo de sus metanauplios con diversas técnicas de enriquecimiento (Watanabe, 1979), aumentando así los niveles de proteínas y de aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Esta situación no se puede lograr con los nauplios, ya que al nacer estos solamente se pueden nutrir con sus propias reservas de glucógeno, lo que disminuye su calidad nutricional (Amat, 1985 a).

Ahora bien, si lo que se busca es obtener biomasa de *Artemia* con miras a nutrir adultos estabulados de peneidos, lo indicado sería cultivar *Artemia* a densidades de 10 nauplios/litro y salinidades de 130°/oo con lo que se lograría incrementar su crecimiento y madurez sexual, lo que de acuerdo a Sorgeloos (1983), contribuye a elevar los niveles de maduración y reproducción de los camarones mantenidos en estabulación, probablemente debido a los aportes hormonales procedentes de los adultos de *Artemia* utilizados como dieta suplementaria.

Otro resultado por destacar fue la nula producción de quistes en los cuatro experimentos realizados. Una explicación a este resultado estaría dada por el hecho de que los individuos se alimentaron constantemente (*Ad-Libitum*) y en ningún momento la carencia de alimento fue el factor limitante. Amat (1985 a) encontró que a salinidades entre 40 y 100°/oo y oxígeno a saturación, el factor desencadenante del oviparismo era invariablemente la hipoalimentación. Asimismo, Román y Rodríguez (1986) aseveran que la producción de quistes en la salina de Cadiz se da cuando las relaciones clorofila a/densidad de *Artemia* descendieron, lo cual los induce a concluir que el principal factor que incide sobre la aparición de quistes es la falta de alimento.

Respecto al comportamiento de la reproducción ovovivípara a nivel experimental, hay que decir que ésta estrategia reproductiva se llevó a cabo óptimamente a densidades bajas, más no a salinidades de 44°/oo. En este sentido, donde mejor se desarrollaron las hembras fue a 130°/oo, salinidad "alta" a escala de laboratorio, pero baja a nivel ambiental si se tiene en cuenta que *Artemia* se ha encontrado hasta 340°/oo.

De la comparación de las tres cepas de *Artemia* colombiana, se concluye que la cepa de Galerazamba es significativamente diferente de las cepas de Manaure y Pozos Colorados, tanto desde el punto de vista biométrico como desde el punto de vista del cultivo experimental.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a los Doctores Sven Zea y Jacobo Blanco por su colaboración y valiosas críticas. Al Sr. Lorenzo Cadena, por su ayuda en la ejecución del trabajo de laboratorio. Este trabajo fue financiado por el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" (COLCIENCIAS) y realizado en el Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín (INVEMAR).

## BIBLIOGRAFIA

- Amat, F. 1985a. Biología de *Artemia*. Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq., 126-127: 60 p.
- \_\_\_\_\_. 1985 b. Utilización de *Artemia* en acuicultura. Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq., 128-129: 59 p.
- Browne, R. A. 1980. Competition experiments between parthenogenetic and sexual strains of the brine shrimp *Artemia salina*. Ecology, 61:471-474.
- Douillet, F. y F. Newmark. 1982. Comparación de la producción de huevos de *Artemia salina* (Leach, 1819) (Cepa Galerazamba) en dos medios diferentes y a diversas salinidades, utilizando alimentación Ad-Libitum. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 70 p.
- Kinne, O. 1977. Marine Ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Vol. III. cultivation. Part. 2: 579-1293. John Wiley and Sons.
- Mancera, E. 1988. Contribución al estudio de la microalga de salmuera *Dunaliella salina* (Chlophyceae volvocales) y su comportamiento en cultivos experimentales. Tesis M.Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 162 p.
- Mitchell, B.D. y M.C. Geddes. 1977. Distribution of the brine shrimp *Parartemia zietziana* Sayce and *Artemia salina* (L) along a salinity and oxygen gradients in a South Australian saltfield. Dept. Zool. U. of Adelaide (Australia), 7(5): 462-467.
- Newmark, F. 1988. Comparación experimental de la producción de biomasa y quistes de las cepas colombianas de *Artemia* (Galerazamba, Manaure y Pozos Colorados) con anotaciones sobre sus estrategias reproductivas. Tesis M.Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 88 p.
- Roman, M. J. y A. Rodríguez. 1986. Cultivo de *Artemia* en estanques de salinas de Cádiz (So de España). Inv. Pesq., 50 (3): 407-419.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Edit. Blume, Madrid, 832 p.
- Sorgeloos, P. 1980. The use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture: 147-321. En Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (Eds.): The brine shrimp *Artemia* vol. 3. Ecology, culturing and use in aquaculture. Universa Press, Wetteren, Bélgica, 456 p.
- \_\_\_\_\_. 1983. Brine shrimp *Artemia* in coastal saltworks an expensive food source. Aquaculture Magazine, November/December/83: 25-27.
- Watanabe, T. 1979. Nutritional quality of living feeds used in seed production of fish: 49. En: proc. 7th Japan-Soviet joint symposium on aquaculture, Tokyo, Sept. 1978. Ed. Yamamoto, G., Tokai University, Tokyo, Japan: 254 p.

Dirección del Autor:

INVEMAR, A. Aéreo 1016, Santa Marta, Colombia.