

EFFECTO DE DIFERENTES SALINIDADES EN LA SOBREVIVENCIA EMBRIONARIA Y DESARROLLO INTRACAPSULAR DEL GASTROPODO *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

CARLOS S. GALLARDO¹

ABSTRACT: Gallardo, C.S. 1994. The Effect of Different Salinities on Embryo Survival and Intracapsular Development of the Gastropod *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) under Laboratory Conditions. Revista de Biología Marina, Valparaíso 29(2): 263-279.

A previous study of "loco" (*C. concholepas*) egg-masses from North Chile, indicated that their encapsulated embryos are highly sensitive to middle and reduced salinity levels. Such type of influence on the intracapsular development of *C. concholepas* is here reexamined through laboratory experiments conducted with egg-masses produced by individuals from the South coast.

Five groups of 50 egg-capsules each, at early development, were reared under five experimental salinities (20, 25, 28, 30 and 33‰). Culture was done in jars with aerated sea water, placed in a temperature-controlled incubator (14°C constant temperature); each treatment was replicated. Four capsules from each group were periodically removed and examined to determine developmental rate of embryos and changes experienced by them until larval release was initiated.

Results obtained confirm that salinities of 20‰ or less are harmful for embryos of *C. concholepas*; they become largely inactive and complete mortality occurred within 30 to 40 days. However, at 25‰ S, embryos completed their development and survived to hatching, though development was relatively retarded and some minor morphological anomalies were observed in some capsules. Higher salinities were not harmful and embryos developed normally. The development completion to hatching was optimal at 28 and 30‰ S, after a period ranging between 39 and 52 days. Our findings differ from those previously reported for embryos of the North coast of Chile as the results obtained in that case, limit salinity tolerance to above 25‰ S.

Encapsulated embryos of "loco" have much higher and narrower tolerance limits to salinity than those of some estuarine snails reported from the literature, thus reflecting the marine regime operating at the sites where *C. concholepas* normally lives and reproduces.

Key words: Intracapsular development; salinity tolerance; experimental development; *Concholepas concholepas*

RESUMEN: Gallardo, C.S. 1994. Efecto de diferentes salinidades en la sobrevivencia embrionaria y desarrollo intracapsular del gastrópodo *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) bajo condiciones de laboratorio. Revista de Biología Marina, Valparaíso 29(2): 263-279.

Un estudio previo en *C. concholepas* de la costa norte de Chile, sugiere que sus embriones encapsulados son altamente sensibles a rangos de baja o mediana salinidad. Se reexamina experimentalmente estas interacciones en material de la costa sur registrando, bajo condiciones de laboratorio, los efectos de distintas salinidades en el desarrollo y viabilidad de los embriones intracapsulares.

1) Instituto de Zoología E.F.Kilian, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

Cinco grupos de 50 ovicápsulas en desarrollo temprano, fueron mantenidos en cámara de cultivo (aireación del agua y temperatura de 14°C) bajo distintas salinidades (20, 25, 28, 30 y 33‰ respectivamente) y contando con una réplica experimental paralela. Periódicamente se examinó 4 ovicápsulas por grupo, observando y cuantificando el avance y cambios experimentados en el desarrollo, hasta inicio de la eclosión larval. Salinidades iguales o menores a 20‰ resultan letales para los embriones; estos se vuelven inactivos ocurriendo mortalidad total dentro de 30 a 40 días. Sin embargo, a 25‰ S, los embriones completaron su desarrollo y sobrevivieron hasta eclosionar, aunque el desarrollo es relativamente retardado con anomalías morfológicas menores en algunas cápsulas. A salinidades mayores el desarrollo fue relativamente normal con un óptimo de eclosiones a 28 y 30‰ tras un período variable entre 39 y 52 días. Los resultados difieren de lo observado previamente en embriones de la costa norte de Chile para los cuales el límite inferior de tolerancia a salinidad está en todo caso por sobre 25‰.

Los límites de tolerancia a salinidad en embriones encapsulados del "loco" son más altos y de rango más estrecho que en algunos caracoles estuarinos reportados en la literatura, reflejando con ello el régimen estrictamente marino operando en los sitios donde *C. concholepas* normalmente vive y se reproduce.

Palabras claves: Desarrollo intracapsular; tolerancia a salinidad; desarrollo experimental; *Concholepas concholepas*.

INTRODUCCION

El desarrollo encapsulado de un gastrópodo marino se lleva a cabo en un determinado espacio del ambiente bentónico, microambiente donde los embriones, etapas críticas y relativamente lábiles del ciclo vital, quedan expuestos a las condiciones imperantes en dicho medio. Temperatura y salinidad son dos factores abióticos importantes por la forma como ellos influyen el desarrollo o generan mortalidad en embriones y larvas de muchos invertebrados marinos (Ganaros, 1958; Calabrese, 1969; Calabrese & Davis, 1970; MacInnes & Calabrese, 1979; Lucas & Costlow, 1979; Tettlebach & Rhodes, 1981; Johns 1981; Moore & Sanders, 1981; Pechenik, 1982, 1983; Roller & Stickle, 1985, 1989).

Si las condiciones de salinidad imperantes en un medio son muy fluctuantes, como ocurre en áreas sometidas a aportes de agua dulce, podrían exce-

derse los rangos de tolerancia fisiológica que poseen los embriones generando mortalidad que bajo determinadas circunstancias puede llegar a ser importante por la forma como puede afectar el éxito reproductivo de la especie. En el caso del "loco" *C. concholepas*, es frecuente observar mortalidad intracapsular en oviposiciones intermareales, atribuible a factores abióticos. La especie tiene una amplia distribución latitudinal en la costa de Chile y por lo tanto las condiciones climáticas y topográficas a que se enfrenta son muy diversas. De aquí la importancia que tiene conocer los rangos de tolerancia fisiológica de sus embriones (y eventualmente adultos) a los factores abióticos de mayor variabilidad a lo largo de la costa.

Estudios previos de laboratorio en individuos del norte (Brokordt et al. 1992; Gaymer et al. 1993) sugieren que los embriones encapsulados del "loco" serían altamente sensibles a rangos de baja

examinado bajo microscopio estereoscópico provisto de micrómetro ocular y equipo fotográfico; de cada cápsula se separó 40 embriones al azar para examinar y cuantificar los cambios experimentados por el material en desarrollo (total para las 2 réplicas: 320 embriones por cada salinidad de tratamiento y fecha de control). En cada submuestra de 4 ovicápsulas examinadas, se cuantificó los estadios de desarrollo existentes; aquél cuya frecuencia excedía el 50% como mínimo (normalmente sobre el 70% en la mayoría de los casos) se definía como estadio predominante para los efectos de evaluar el avance del desarrollo entre los distintos registros. Se hicieron controles regulares cada 3 días, por un lapso de un mes. Posteriormente los controles fueron irregulares, registrando el inicio del estadio 17 o veliger final y el momento en que se inició la eclosión de las larvas en cada grupo examinado (este hecho define lo que llamaremos momento de eclosión, y tras el cual no se continuó el registro de datos).

Los estadios de desarrollo (excepto algunas nuevas adiciones en el desarrollo inicial) fueron clasificados de acuerdo a la descripción dada por Gallardo (1973). Ellos incluyen: huevo fertilizado (Estadio 1), primera división o estadio trébol (2), segmentación mediana (3), segmentación avanzada (4), gastrulación (5), gástrula (6), postgástrula (7), pretrocófora (8), trocófora inicial (9), trocófora mediana (10) y avanzada (11), preveliger inicial (12) y media (13), veliger inicial (14) media (15) y avanzada (16), veliger intracapsular terminal (17).

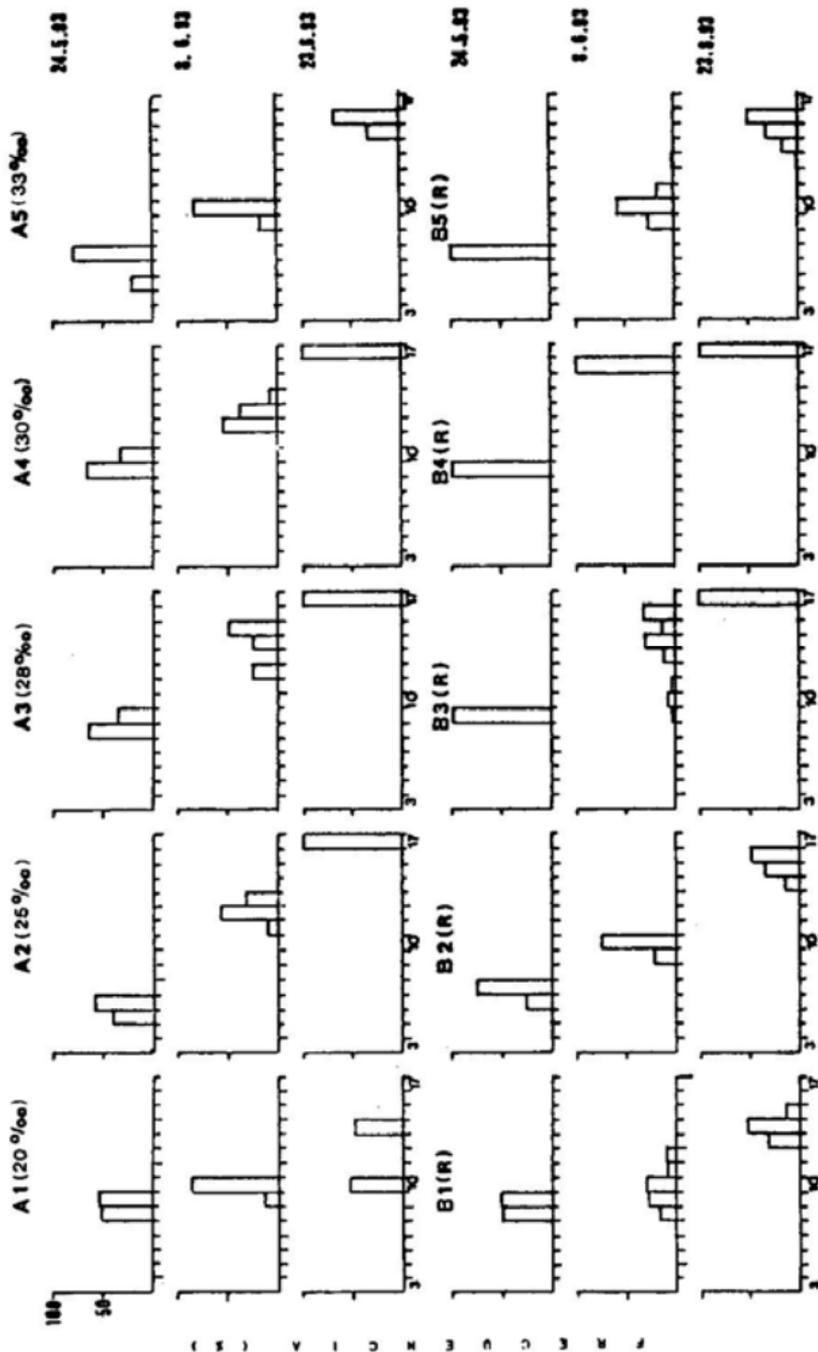
RESULTADOS

SOBREVIVENCIA Y VIABILIDAD EMBRIONARIA HASTA ECLOSION

La Tabla 1 y Fig. 1 resumen en términos generales la viabilidad del desarrollo intracapsular de *C. concholepas* en las dos series experimentales paralelas (Serie A y Serie B).

Tabla 1. *Concholepas concholepas*. Efectos cualitativos en el desarrollo intracapsular bajo distintas salinidades, indicando el estadio del desarrollo inicial en ambas series experimentales (serie A y Réplica B). A, embriones anómalos; M, muerte embrionaria; N, embriones normales; E, logro de la eclosión final.

Grupo exper.	Estadio inicial	Respuesta según salinidad de tratamiento				
		20 ‰	25 ‰	28 ‰	30 ‰	33 ‰
A1	9	A-M				
B1	9	A-M				
A2	6		N-E			
B2	7		N-E			
A3	8			N-E		
B3	9			N-E		
A4	9				N-E	
B4	9				N-E	
A5	7					N-E
B5	7					N-E



ESTADIOS DE DESARROLLO (3 a 17)

Fig. 1. *C. concholepas*. Frecuencia de diferentes estadios embrionarios (E3-17) para mostrar el avance del desarrollo intracapsular bajo las distintas salinidades experimentales (serie A1-A5 y sus réplicas B1-B5). Fechas de observación y recuentos indicadas en el margen derecho.

La salinidad de 20‰ resultó letal para los embriones encapsulados, produciéndose importantes anomalías en el desarrollo y mortalidad embrionaria, junto con un evidente retardo y, finalmente, detención del desarrollo. De 40 cápsulas examinadas (serie A1), 9 de ellas (22,5%) adquirieron coloración púrpura y 18 (45%) presentaron embriones con desarrollo anómalo, especialmente ruptura del cuerpo y embriones enanos; en la réplica B1, tales cifras fueron 32,5 y 27,5% respectivamente. Aún cuando algunas larvas alcanzan el estadio 14 (veliger inicial) éstas inevitablemente mueren sin avanzar hacia los estadios siguientes y, por lo tanto sin alcanzar estadios de eclosión.

A salinidad de 25‰ el desarrollo es viable, produciéndose eclosión en ambas series experimentales (grupo experimental y su réplica). Se observan algunas anomalías menores que se manifiestan esporádicamente (sólo 1 cápsula de la serie A2 y 3 de la serie B2 presentaron algunos embriones anómalos y no se presentaron cápsulas con coloración púrpura. Por sobre esta salinidad el desarrollo embrionario fue relativamente normal en su progresión y avance; en aproximadamente un mes los embriones alcanzaron el estadio 17, mostrando un óptimo desarrollo a salinidades de 28 y 30‰. Es así como la serie réplica B4 (salinidad 30‰) mostró eclosión de todas las ovicápsulas remanentes del grupo ya a los 39 días del desarrollo en laboratorio.

CARACTERÍSTICAS DE EMBRIONES Y LARVAS EN DESARROLLO

Como ya se indicó, el desarrollo es típicamente anormal a salinidad de 20‰. Tempranamente (6-9 días de desarrollo) los estadios 9 y 10 (trocófora encapsu-

lada) aparecen diáfanos hacia el hemisferio superior del embrión el cual aparece hinchado y globoso mientras que otros embriones son atípicamente pequeños (15 a 20% de los embriones en uno de los controles). A los 12 días empieza a aparecer una coloración morada en el extremo inferior de las ovicápsulas (indicando efectos letales en el desarrollo) y estas contienen embriones en lisis (ruptura) o de aspecto esponjoso mientras los restantes presentan escasa movilidad. A los 15 días hay numerosos embriones rotos y material vitelino y restos de tejidos suspendidos en el fluido albuminoide. Los riñones larvales aparecen abultados. Hay un ligero avance del desarrollo hacia estadios 11 y 13 (trocófora avanzada a preveliger media) en uno de los grupos experimentales. A los 18 días abunda el vitelo en suspensión y embriones en lisis (hasta el 90% en una de las ovicápsulas examinadas) mientras se intensifica el color morado de dichas cápsulas ovíferas. A los 30 días algunos embriones han llegado al estadio 14 (veliger inicial) pero el desarrollo está claramente retardado. A los 39 días el desarrollo continúa estacionario manteniendo las características previamente señaladas. Los riñones larvales aparecen muy turgentes mientras el área granular pigmentaria cercana a la base derecha del pie (descrita por Gallardo, 1973) aparece de un color rojo intenso. Las fotos de las Figs. 2A y 2B muestran el contenido de las ovicápsulas en este momento. Puede apreciarse los riñones larvales turgentes, los restos de material embrionario en suspensión y los numerosos embriones de tamaño pequeño atípico. Finalmente los embriones murieron sin alcanzar a completar su desarrollo hasta eclosión; la totalidad de cápsulas remanentes fue fijada hacia los

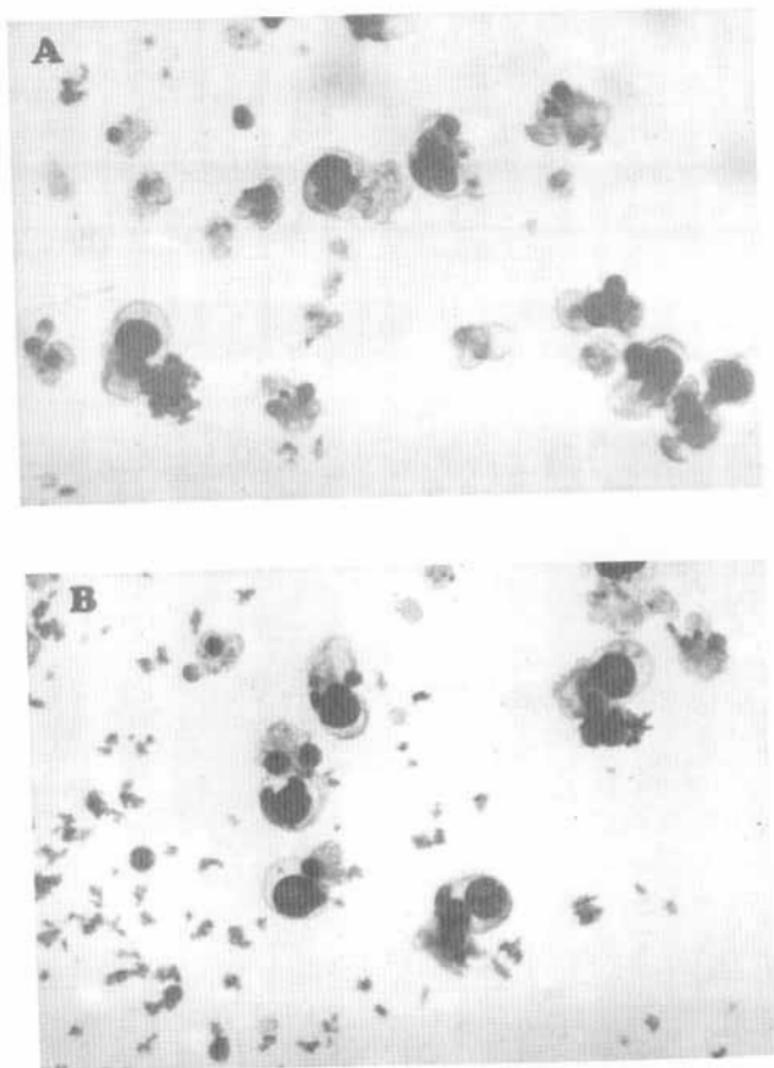


Fig. 2. *C. concholepas*. A, embriones intracapsulares de la serie A1 (S 20⁰/∞) a los 39 días de desarrollo en laboratorio. Embriones de estadios 14 y 15 con evidencias de ruptura embrionaria y riñones turgentes junto a embriones atípicos de tamaño pequeño. B, embriones intracapsulares de la misma serie, estadio y tiempo de desarrollo, con evidencias de abundante material vitelino y restos embrionarios en suspensión.

55 días de cultivo en laboratorio. Durante los 30 primeros días de desarrollo, el porcentaje de embriones anómalos por cápsula varió entre 7,5 y 80^o/₁₀₀ (promedio = 30,8^o/₁₀₀ ± 17,5).

Los embriones sometidos a salinidad de 25^o/₁₀₀ partieron en estadios 6 y 7 (gástrula y postgástrula) con un ligero desfase entre ambas series experimentales como se apreciará al continuar el desarrollo. Entre los 6 a 9 días uno de los grupos experimentales muestra embriones en estadio 9 y 10 (trocófora intracapsular) mientras en su réplica predominan aún estadios postgástrula. A los 15 días los grupos observados presentan estadios preveliger y trocófora respectivamente. Entre los 18 a 21 días el desarrollo ya ha alcanzado las etapas veliger media y avanzada (estadios 15 y 16) mientras en el otro set se presentan diversos estadios trocófora. A los 24 y 27 días el grupo más adelantado presenta larvas veliger avanzadas a larvas terminales respectivamente mientras su réplica presenta larvas veliger inicial a veliger media las cuales presentan riñones larvales globosos o prominentes; a los 27 días, cápsulas examinadas de este último grupo presentaron algunos embriones anómalos de pequeño tamaño o carentes de concha, en una proporción de 12 a 37^o/₁₀₀. A los 30 días las larvas permanecen en estadio terminal mientras en el grupo más rezagado ya aparecen larvas en fase veliger avanzada junto a los estadios veliger medianos. A los 39 días las larvas terminales del grupo más avanzado presentan una clara definición y madurez de sus órganos internos (sistema digestivo entre otros), concha de color café dorado intenso y una movilidad moderada sin que se observen larvas anómalas (Foto Fig.

3A). Su réplica muestra larvas veliger avanzadas con glándula digestiva ya definida pero el estómago es aún incipiente y aparece más bien como un saco globoso lleno de vitelo; los riñones larvales continúan siendo prominentes. Dos días después (41 días de desarrollo) los opérculos ovi-capsulares comienzan a ablandarse y las ovi-cápsulas mantienen su color café intenso indicando que se acerca el proceso de eclosión larval; el grupo réplica permanece con algunas larvas veliger avanzadas pero la mayoría ya ha alcanzado el estadio veliger terminal. Once días después (día 52) aparecen ya 3 ovi-cápsulas eclosionadas (de un total de 11) proceso que en el grupo réplica, más retrasado, ocurrió recién una semana más tarde (59 a 60 días de desarrollo controlado en el laboratorio). En resumen, el desarrollo observado a salinidad de 25^o/₁₀₀ es relativamente normal con algunas anomalías menores y asincronía relativa entre los 2 grupos experimentales aunque sin afectar el desarrollo y eclosión de larvas aparentemente normales en su morfología y actividad.

En las salinidades experimentales superiores (28, 30 y 33^o/₁₀₀) el desarrollo intracapsular transcurrió en forma aparentemente normal, con muy pocas anomalías en embriones y larvas (1 ovi-cápsula de la serie A3 y 2 de la serie B3). Un ejemplo de este desarrollo normal se ilustra en la Fig. 3B para un grupo experimental tratado a salinidad de 28^o/₁₀₀. Dicha figura muestra larvas veliger avanzadas a terminales a los 39 días de cultivo; carecen de riñones larvales, los cuales normalmente se desprenden durante etapas larvales avanzadas. Nueve días más tarde comenzó la eclosión desde estas ovi-cápsulas.

VELOCIDAD Y SINCRONIZACION DEL DESARROLLO.

Las Tablas 2 y 3 nos muestran la velocidad con que progresó el desarrollo intracapsular de *C. concholepas* entre los distintos estadios y para determinados lapsos de la ontogenia intracapsular, bajo los distintos tratamientos experimentales. Se observa que el tiempo requerido para alcanzar el estadio 17 o veliger terminal, fue relativamente menor a salinidades de 28 y 30‰ y lo mismo se observa para el tiempo de desarrollo total hasta el inicio de la eclosión. Sin embargo hay que considerar que en estos tratamientos (28 y 30‰) los embriones partieron en una

fase de desarrollo levemente más avanzada (pretrrocófora a trocófora inicial) con respecto a los restantes grupos, situación que sin duda influye, al menos en parte, en estos resultados. De tal forma, parece ser más ilustrativo comparar las tasas de desarrollo para períodos o tramos equivalentes (ej. estadio 10 a estadio 17 y de estadio 10 a inicio de la eclosión). Al comparar estos tramos del desarrollo, se observa una marcada variación entre ambas series experimentales, con respecto a la velocidad del desarrollo embrionario, excepto a salinidad de 33‰ en que dicha tasa muestra una notable regularidad y parecido entre las 2 réplicas.

Tabla 2. *Concholepas concholepas*. Avance del desarrollo intracapsular en ambas series experimentales y de acuerdo a las salinidades en cada tratamiento. Las columnas de cada grupo experimental incluyen el estadio de desarrollo más frecuente durante cada fecha de observación. E, estadio; EM, embriones muertos; ECL, eclosión.

Fecha	N° días desarrollo	Avance del desarrollo según salinidades									
		20‰		25‰		28‰		30‰		33‰	
		A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5
24.05.93	0	E9	9	6	7	8	9	9	9	7	7
27.05.93	3	E9	9	7	7	9	10	8	10	8	7
30.05.93	6	E9	9	10	7	8	11	11	11	8	8
02.06.93	9	E9	9	10	7	11	11	10	13	8	9
05.06.93	12	E9	9	11	9	13	13	12	15	9	9
08.06.93	15	E10	10	12	10	15	16	12	16	10	10
11.06.93	18	E10	10	16	10	15	15	15	16	12	13
14.06.93	21	E10	10	16	11	16	16	16	16	15	15
17.06.93	24	E10	13	16	14	16	16	16	16	16	13
20.06.93	27	E10	10	17	15	17	16	17	17	16	16
23.06.94	30	E10	14	17	16	17	17	17	17	16	16
02.07.93	39	E14	14	17	16	17	17	17	ECL	17	17
04.07.93	41	E M	EM	17	17	ECL	17	17		17	17
11.07.93	48			17	17		ECL	17		17	17
14.07.94	51			17	17			ECL		17	17
15.07.93	52			ECL	17					ECL	17
16.07.93	53				17						ECL
18.07.94	55				17						
22.07.93	59				ECL						

Dicha variación, unido a la existencia de sólo 2 series de datos, hace difi-

cil por el momento sacar conclusiones con respecto a la influencia de las salini-

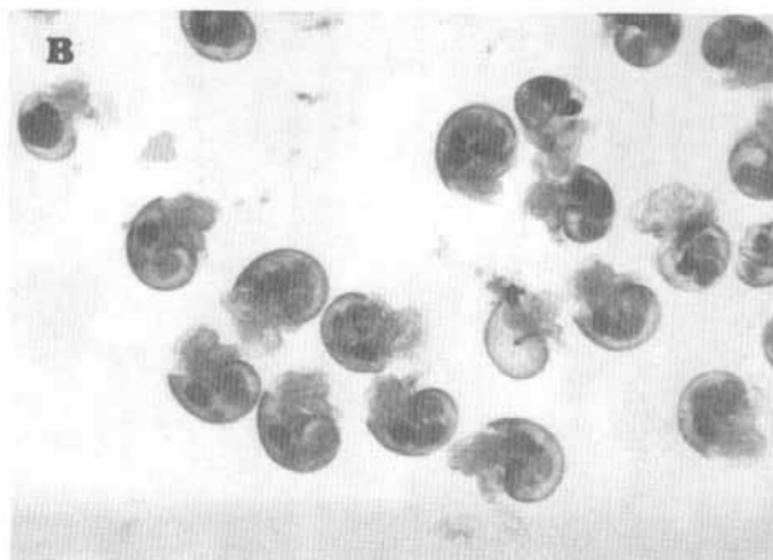
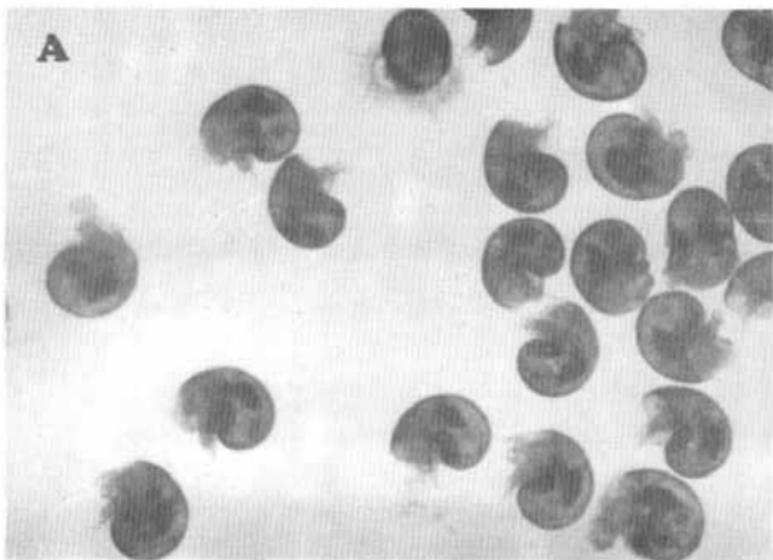


Fig. 3. *C. concholepas*. A, larvas intracapsulares de la serie A2 (S 25‰) a los 39 días de desarrollo en laboratorio. Larvas relativamente normales (estadios 16 a 17). B, larvas intracapsulares de la serie B3 (S 28‰) a los 39 días de desarrollo, mostrando rasgos relativamente normales (estadios 15 a 16 avanzado).

dades en la tasa de desarrollo intracapsular de *C. concholepas*. Así y todo, se observa una clara asincronía del desarrollo entre ambas réplicas para el tratamiento a salinidad de 25‰. En este caso, una de las series (serie B2) muestra un notable retardo del desarrollo embrionario temprano con respecto a su réplica experi-

mental (serie A2) lo que también se expresa en un retraso en cuanto al inicio de la eclosión. Tales hechos pueden estar reflejando el efecto de un valor de salinidad relativamente bajo que, sin comprometer todavía la viabilidad de los embriones, comienza ya a producir algunos trastornos en su desarrollo.

Tabla 3. *Concholepas concholepas*. Tiempo en días requeridos para determinados lapsos del desarrollo intracapsular en los distintos grupos experimentales sometidos a distintas salinidades (‰). Gr. Exp. = grupo experimental; Ec = eclosión; R = réplica experimental.

Gr. Exp.	S‰	Tiempo en días para distintos lapsos del desarrollo intracapsular				Intracapsular Des. total hasta Ec.
		E. Inicio a 17	E. 10-17	E. 10-Ec	E. 17-Ec	
A1 B1(R)	20	-	-	-	-	-
A2 B2(R)	25	27 41	21 26	46 44	25 18	52 59
X		34	23,5	45	21,5	55,5
DS		9,9	3,5	1,4	4,9	4,9
A3 B3(R)	28	27 30	20 27	35 45	14 18	41 48
X		28,5	23,5	40	16	44,5
DS		2,1	4,9	7,0	2,8	4,9
A4 B4(R)	30	27 27	18 24	42 36	24 12	51 39
X		27	21	39	18	45
DS		0,0	4,2	4,2	8,5	8,5
A5 B5(R)	33	39 39	24 24	27 38	13 14	52 53
X		39	24	37,5	13,5	52,5
DS		0,0	0,0	0,7	0,7	0,7

DISCUSION

Sin duda un hallazgo importante de este estudio es haber observado que en oviposturas de *C. concholepas* producidas por individuos de la costa sur, hay un mayor rango de tolerancia a bajas salinidades que en las oviposturas estudiadas por Brokordt et al. (1992¹) y Gaymer et al. (1993²) procedentes de la costa de Coquimbo. Salinidades de 25‰ resultan letales para los embriones en el material

de Coquimbo, situación que no ocurre en las oviposturas de la costa sur aquí estudiadas donde la muerte de los embriones ocurrió sólo a salinidad de 20‰; es posible que este límite inferior esté aún un poco por encima de 20‰ (tratamiento que no se ha ensayado) pero en todo caso dicho umbral se ubicaría por debajo de 25‰ S. Esta mayor tolerancia a bajas salinidades en oviposturas generadas por individuos de la costa sur podría estar indicando una respuesta adaptativa a las

condiciones de alta dilución de las aguas que normalmente ocurren en esta área costera del litoral chileno como consecuencia del mayor aporte de aguas continentales y de aguas originadas por la alta pluviosidad imperante en el sector. No sabemos en qué medida esta variación geográfica en el rango de tolerancia a salinidades se expresa también en las larvas que eclosionan de esas oviposturas. Se conforma así un cuadro de relaciones que necesita ser mayormente estudiado por las implicancias que ello puede tener para el manejo reproductivo de los embriones y larvas del "loco" cuando se trabaja con material de distinta procedencia geográfica.

El rango de tolerancia a salinidades mostrado experimentalmente por las oviposturas del "loco" resulta relativamente estenohalino si lo comparamos con aquel mostrado por oviposturas de *Thais haemastoma canaliculata* (Gray), de la costa de Louisiana, EEUU. (Roller and Stickle, 1989); este murcído al igual que el "loco" desarrolla también una larva planctotrófica de larga vida planctónica pero es capaz de habitar en aguas estuarinas altamente diluidas por el aporte de agua dulce del río Mississippi (el límite inferior de salinidad dentro del área de distribución de sus estados béticos es de 15‰); experimentos de laboratorio mostraron que sus embriones encapsulados toleran salinidades con límite inferior por encima de 15‰. Las mayores tasas de desarrollo y porcentaje de sobrevivencia embrionaria ocurrieron a salinidades de 20 y 25‰ siendo menores a salinidades experimentales más altas (30, 35 y 40‰). Sin duda ello refleja las condiciones de salinidad imperantes en el área geográfica de estudio, y demuestra la

existencia también de límites superiores de salinidad para el desarrollo embrionario de un murcído procedente de aguas estuarinas. Otro caso conocido de la literatura es el referente al caracol *Melongenacorona* Gmelin, del estuario de St. Marks en la costa noroeste de Florida (Hathaway and Woodburn, 1961). El límite inferior de tolerancia embrionaria a baja salinidad es similar al de la especie anterior (aprox. 15‰) aunque tal límite depende también del estadio de desarrollo de los embriones bajo experimentación; las salinidades más altas consideradas bajo ensayo (32,8‰) fueron también toleradas por los embriones. En el caso del "loco" el desarrollo de los embriones fue viable y relativamente normal bajo las salinidades experimentales intermedias aquí empleadas (28 y 30‰), como también bajo la salinidad más alta (33‰), caso este último en que el desarrollo mostró una notable regularidad y sincronización. Resulta evidente que las oviposturas del "loco" toleran salinidades más altas que las dos especies anteriores y con un rango de amplitud más estrecho; ello reflejaría las condiciones netamente marinas en que vive y se reproduce esta especie (generalmente costa marina submareal), sin que se conozca el hallazgo de oviposturas de este caracol en aguas netamente estuarinas. Por otro lado, cuando se ha encontrado oviposturas de este murcído en aguas intermareales influenciadas por el aporte de agua dulce, generalmente sus ovicápsulas aparecen de color púrpura indicando la alta mortalidad de sus embriones intracápsulares; por lo tanto, el stress de baja salinidad podría ser una de las causas de dicha mortalidad embrionaria en esas áreas.

Es interesante también destacar que trabajos realizados en otras especies, ponen en evidencia 2 situaciones que conviene también tener presente en este tipo de estudios. La primera, se refiere a que no necesariamente el rango de tolerancia a salinidades es similar en las oviposturas que en los individuos adultos bénticos de una especie (Hathaway & Woodburn, 1961); estos autores observaron que los adultos de *M. corona* toleran un rango mayor de baja salinidad que los embriones encapsulados. Por otro lado, en varios moluscos se ha demostrado que los estadios embrionarios y larvales son más sensitivos a las condiciones ambientales que los adultos (Calabrese & Davis, 1970), situación que ha sido también reportada en equinodermos entre otros (Drouin et al. 1985; Roller & Stickle, 1993). El problema es relevante para comparar las condiciones ambientales que requieren los individuos de una especie de acuerdo a la etapa del ciclo vital que se esté considerando en cada caso. La segunda situación se refiere al hecho de que la tolerancia embrionaria puede también depender del estadio de desarrollo de los embriones encapsulados, siendo en general más sensibles al stress de baja salinidad los estadios iniciales o tempranos (Hathaway & Woodburn, 1961). Estos antecedentes invitan a estudiar este tipo de relaciones en el caso de *C. concholepas*. No se conocen antecedentes sobre rangos de tolerancia a salinidades en individuos libres bénticos de esta especie y de hacerse tal estudio sería conveniente comparar también poblaciones de diferentes latitudes de nuestra costa por la amplia variación de condiciones climáticas y geomorfológicas que caracterizan a nuestro litoral. Tampoco sabemos si condiciones letales de salini-

dad (como las aquí establecidas experimentalmente en laboratorio), tienen el mismo efecto en embriones tempranos que en oviposturas que se encuentran ya en etapas avanzadas de desarrollo intracapsular.

La tasa o velocidad de desarrollo intracapsular reportada en la literatura para *C. concholepas* es muy variable entre los diferentes autores (Gallardo, 1979; Ramorino, 1975; Castilla & Cancino, 1976). La causa de tal variación es compleja de analizar por cuanto habría varios factores interactuando y que no siempre han sido claramente controlados o considerados cuando se han hecho las estimaciones. Se sabe que entre los factores que influyen esta tasa en un gastrópodo hay que considerar la temperatura como factor primordial, pero ahora sabemos que también puede ser importante la salinidad, el estadio o edad de los embriones al momento de partir con las estimaciones y posiblemente también la localización geográfica de las poblaciones estudiadas. Los experimentos realizados por Roller y Stickle (1989) en *Th. haemastoma*, pusieron en evidencia el efecto combinado de la salinidad y temperatura en la tasa de desarrollo intracapsular de este gastrópodo. En nuestro caso trabajamos bajo una temperatura standard (considerada la más parecida a las condiciones naturales imperantes y cercana a la empleada en experimentos con oviposturas de la costa norte, Coquimbo) de modo que no conocemos hasta que punto ocurre una significativa interacción salinidad temperatura en las tasas de desarrollo intracapsular del "loco". Sin embargo, si comparamos nuestras tasas de desarrollo intracapsular con las obtenidas por Gaymer et al. (1993²) en ovipostu-

ras de Coquimbo, encontramos que éstas son muy parecidas, por lo menos en la velocidad con que los embriones alcanzan el estadio veliger terminal (estadio 17). En nuestro caso, el desarrollo hasta esa etapa duró 27 días en ambas réplicas a salinidad de 30‰ (pero partiendo de la etapa trocófora inicial o estadio 9) mientras que a 33‰ fue de 39 días partiendo de la etapa postgástrula o estadio 7. Gaymer et al. reportaron tiempos de 32 y 39 días sin diferencias entre las 2 salinidades (30‰ y 34‰; temp. 13,2 a 15,3°C) y partiendo de la fase de segmentación temprana (8 células). Para conclusiones definitivas en este tipo de comparación parece más conveniente uniformar pri-

mero la temperatura de experimentación y el estadio embrionario en que se inicia el desarrollo controlado en laboratorio. Con respecto al tiempo mediado en nuestro caso, entre la aparición del estadio 17 (veliger terminal) y la aparición de eclosión larval, éste fue muy variable entre los distintos tratamientos oscilando entre 12 y 25 días y sin que se note una relación definida con la salinidad, excepto que bajo la salinidad más alta (33‰), tal período fue muy semejante entre ambas réplicas (13 y 14 días); dicho lapso es parecido al reportado por Brokordt et al. (1992¹) para oviposturas de Coquimbo (10 y 14 días a salinidad 34‰).

AGRADECIMIENTOS

El estudio fue financiado con aportes de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile (Proyecto 591-14). La Srta. Geysi Urrutia colaboró eficazmente en el trabajo de laboratorio. Se agradece también las facilidades otorgadas por el Laboratorio de Metri de la Universidad de Los Lagos como así mismo la información sobre los registros de temperatura en los estanques de ese Laboratorio (Proyectos Fondecyt 217-91 y Proyecto 304-69 financiado por la Dirección de Investigación de esa Universidad).

LITERATURA CITADA

- Calabrese A. 1969. Individual and combined effects of salinity and temperature on embryos and larvae of the coot clam, *Mulinia lateralis* (Say). *Biological Bulletin* 137: 417-428.
- Calabrese A. & H.C. Davis. 1970. Tolerances and requirements of embryos and larvae of bivalve mollusks. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 20: 553-564.
- Castilla J.C. & J. Cancino. 1976. Spawning behaviour and egg capsules of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Marine Biology* 37: 255-263.
- Drouin, G., Himmelman, J.H. & P. Beland. 1985. Impact of tidal salinity fluctuations on echinoderm and mollusc populations. *Canadian Journal of Zoology* 63: 1377-1387.
- Gallardo, C.S. 1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Brugière) (Gastropoda, Muricidae). Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile, *Publicación Occasional* 16: 3-16.

- Gallardo, C.S. 1979. El ciclo vital del Muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. *Biología Pesquera*, Chile 12: 79-89.
- Ganaros, A.F. 1958. On the development of early stages of *Urosalpinx cinerea* (Say) at constant temperatures and their tolerance to low temperatures. *Biological Bulletin* 114: 188-195.
- Hathaway, R.R. & K.D. Woodburn. 1961. Studies on the crown conch *Melongena corona* Gmelin. *Bulletin of Marine Science* 11: 45-65.
- Johns, D.M. 1981. Physiological studies on *Cancer irroratus* larvae. I. Effects of temperature and salinity on survival, development rate and size. *Marine Ecology, Progress Series* 5: 75-83.
- Lucas, J.S. & J.D. Costlow. 1979. Effects of various temperature cycles on the larval development of the gastropod mollusc *Crepidula fornicata*. *Marine Biology* 51: 111-117.
- MacInnes, J.R. & A. Calabrese. 1979. Combined effects of salinity, temperature, and copper on embryos and early larvae of the American oyster, *Crassostrea virginica*. *Archives of Environment, Contamination and Toxicology* 8: 553-562.
- Moore, E.A. & F. Sanders. 1981. Effects of temperature and salinity on the embryological development of *Murex pomum* Gmelin, 1791. *The Veliger* 23: 309-314.
- Pecherik, J.A. 1982. Ability of some gastropod egg capsules to protect against low-salinity stress. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 63: 195-208.
- Pecherik, J.A. 1983. Egg capsules of *Nucella lapillus* (L.) protect against low-salinity stress. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 71: 165-179.
- Ramorino, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 15: 149-177.
- Roller, R.A. & W.B. Stickle. 1985. Effects of salinity on larval tolerance and early developmental rates of four species of echinoderms. *Canadian Journal of Zoology* 63: 1531-1538.
- Roller, R.A. & W.B. Stickle. 1989. Temperature and salinity effects on the intracapsular development, metabolic rates, and survival to hatching of *Thais haemastoma canaliculata* (Gray) (Prosobranchia: Muricidae) under laboratory conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 125: 235-251.
- Roller, R.A. & W.B. Stickle. 1993. Effects of temperature and salinity acclimation of adults on larval survival, physiology, and early development of *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea). *Marine Biology* 116: 583-591.
- Tettelbach, S.T. & E.W. Rhodes. 1981. Combined effects of temperature and salinity on embryos and larvae of the northern bay scallop *Argopecten irradians irradians*. *Marine Biology* 63: 249-256.