

Short Communication

Efectos de la temperatura y salinidad sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo *Lutjanus guttatus*

Mariana Alcalá-Carrillo¹, Sergio G. Castillo-Vargasmachuca¹ & Jesús T. Ponce-Palafox¹
¹Posgrado CBAP-Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Laboratorio de Bioingeniería Costera
Universidad Autónoma de Nayarit, San Blas, Nayarit, C.P. 63740, México
Corresponding author: Sergio G. Castillo-Vargasmachuca (sergioc@uan.edu.mx)

RESUMEN. En América Latina las especies de pargos han mostrado un gran potencial para la maricultura, entre las cuales se encuentra *L. guttatus*, pero se requiere estudiar aspectos fisiológicos relacionados con su producción. En el presente trabajo se determinó los efectos de la temperatura (24, 29 y 34°C) y salinidad (15, 25, 35, 45) sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de *L. guttatus*. Todos los experimentos se realizaron en un sistema de recirculación con recambio de agua diario del 300%, con estanques cilíndricos de 80 L y tres réplicas por tratamiento. Los experimentos se realizaron con 360 especímenes. Los resultados mostraron que hay diferencias significativas ($P < 0,05$) en la interacción salinidad-temperatura. La mayor tasa específica de crecimiento se determinó en el tratamiento de 34°C y 15 de salinidad. La mayor ganancia en peso medio se obtuvo en el tratamiento de 34°C y 25 de salinidad. La mayor supervivencia se registró en los tratamientos de 24°C y salinidades de 15 a 35. La tolerancia a bajas salinidades encontrada para esta especie muestra que *L. guttatus* tiene un alto potencial para crecer en sistemas lagunares-estuarinos con salinidades bajas (15) y no mayores a 35.

Palabras clave: *Lutjanus guttatus*, tasa de crecimiento, longitud, peso, supervivencia, acuicultura.

Effects of temperature and salinity on growth and survival of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* juvenile

ABSTRACT. In Latin America snapper species have shown great potential for mariculture, including *L. guttatus*, but it is necessary to study physiological aspects regarding its production. The purpose of this study was to determine the effects of temperature (24, 29 and 34°C) and salinity (15, 25, 35, 45) on the growth and survival of juvenile *L. guttatus*. All experiments were performed in a recirculation system with daily 300% change of water; in cylindrical 80 L tanks, and three replicates per treatment. 360 specimens were used for the experiments. Experiments were performed with 360 specimens. The results showed that there are differences ($P < 0.05$) in salinity-temperature interaction. The highest specific growth rate appeared in the treatment of 34°C and salinity of 15. The greatest gain in average body weight was obtained in the treatment of 34°C and salinity of 25. The longer survival was recorded in the treatment of 24°C and salinities of 15 to 35. The low salinity tolerance for this species found shows that *L. guttatus* has a high potential to grow in lagoon-estuarine systems of low salinity (15) and no more than 35.

Keywords: *Lutjanus guttatus*, specific growth rate, length, weight, survival, aquaculture.

El crecimiento y cultivo de los peces en el mar puede ser afectado por diferentes factores, como temperatura y salinidad que afectan directamente el metabolismo (Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2013), siendo fundamentales en la siembra de organismos acuáticos marinos.

El cultivo de peces marinos en agua salobre es muy común en el sureste de Asia e India desde fines de los años 40 (Job & Chacko, 1947). Además, numerosas especies de peces marinos han sido evaluadas para su aclimatación en agua dulce. Los resultados de estas experiencias indican que algunos peces marinos, requie-

ren de 3 a 12 días para aclimatarse en agua dulce; sin embargo, el pez sabalote (*Chanos chanos*) puede tolerar cambios de salinidad en cuestión de horas sin mortalidad aparente (Tang *et al.*, 2009). Por tanto, el cultivo exitoso de peces marinos en agua dulce depende, principalmente, de la velocidad con la cual fueron aclimatados a su nuevo ambiente, sin ocasionar mortalidades durante este proceso.

Son escasos los estudios recientes sobre el género *Lutjanus* relacionados con la temperatura y salinidad. Stewart-Fielder *et al.* (2005), obtuvieron en larvas de pargo australiano (*Pagrus auratus*) mayor supervivencia y crecimiento en salinidades de 20-35 y 11-35, respectivamente, siendo mayor su crecimiento a temperaturas $>24^{\circ}\text{C}$. Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2013), evaluaron juveniles de huachinango (*L. peru*), obteniendo una supervivencia mayor a 75% en salinidades de 35-45 y temperaturas de 25-30 $^{\circ}\text{C}$. Abdo-de la Parra *et al.* (2011), estudiaron el efecto de la salinidad sobre la incubación de huevos y eclosión de larvas del pargo flamenco (*L. guttatus*), encontrando una eclosión superior al 70% en salinidades de 15-40.

Los pargos han sido evaluados y recomendados para la maricultura, por no ser agresivos, fáciles de manipular y aceptar alimento artificial (Ibarra-Castro & Duncan, 2007; Boza-Abarca *et al.*, 2008; Vargas-Chacoff *et al.*, 2011). El cultivo de estas especies en jaulas flotantes o sumergidas en zonas protegidas o mar abierto y estanques de tierra, se considera que tiene un alto potencial en Latinoamérica (Bergheim, 2012; Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2013). Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la temperatura y salinidad sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en condiciones de laboratorio.

Los ejemplares se obtuvieron de un lote de juveniles de una sola puesta de *L. guttatus* (peso de $1,1 \pm 0,14$ g y longitud de $42,2 \pm 0,18$ mm) en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), ubicado en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, México. Los organismos se mantuvieron durante 10 días en el Laboratorio de Bioingeniería Costera de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera en San Blas, Nayarit, México, en un estanque de fibra de vidrio de 300 L equipado con un difusor de aire de $\frac{1}{2}$ Hp, para mantener a los peces antes del experimento, a temperatura ambiente de $28,7 \pm 0,22^{\circ}\text{C}$, salinidad de 35,0 y oxígeno disuelto de $6,81 \pm 0,40$ mg L^{-1} ; se suministró alimento comercial Silver Cup (45% proteína). La iluminación artificial fue suministrada para un fotoperiodo 12L:12O h; la fase de la luz de día se inició a las 07:00 AM.

Posteriormente, se seleccionaron 360 ejemplares con un peso de $1,77 \pm 0,09$ g y longitud de $51,1 \pm 0,22$ mm, que se distribuyeron en 36 estanques (80 L cada

uno) a una densidad de $221,25$ g m^{-3} , de acuerdo a un diseño factorial de 3×4 donde se probaron tres temperaturas (24, 29 y 34°C) y cuatro salinidades (15, 25, 35 y 45), cada uno de los 12 tratamientos contó con tres réplicas. El sistema de recirculación consistió en tres estanques de polietileno de 100 L cada uno, aforados a 80 L con flujo de agua y aireación continua, el efluente del sistema descendió a un contenedor de 60 L que sirvió de reservorio y la carga de trabajo fue de 40 L. El agua de los estanques fue impulsada por gravedad hasta el reservorio, pasando a un filtro mecánico, carbón activado, y posteriormente a la sección de conchas y bio-esferas, el agua fue retornada al sistema con una bomba sumergible conectada a la tubería de entrada de agua que proporciona un flujo uniforme para los tres estanques del sistema. El agua de mar fue suministrada a cada sistema experimental después de ser filtrada mecánica (40μ) y biológicamente. Para disminuir la salinidad del agua de mar se utilizó agua dulce previamente dechlorada y se elevó la salinidad con sal de grano sin yodo (PEGASO[®]). Para elevar las temperaturas a 29 y 34°C se utilizaron calentadores y termostatos sumergibles de 200 watts (Sunny[®]), mientras que para la temperatura de 24°C los estanques fueron instalados en una sala climatizada con aire acondicionado tipo minisplit de 2 ton (Mirage[®]).

Previo al inicio del experimento, los organismos se aclimataron a temperatura durante tres días y medio, posteriormente a salinidad durante diez días y finalmente se dieron cinco días de reposo (Serrano-Pinto & Caraveo-Patiño 1999; Wuenschel *et al.*, 2005). Los peces fueron alimentados cuatro veces durante el día (cada 4 h), de acuerdo a Castillo-Vargasmachuca (2013), iniciando a las 07:00 AM y finalizando a las 07:00 PM, se suministró alimento balanceado Silver Cup, con 45% de proteína y 16% de lípidos, se ofreció al 10% de su biomasa. A las 09:30 AM se sifoneaban los tanques para remover heces y restos de comida. Los organismos se mantuvieron con un fotoperiodo de 12L:12O h, hasta llegar a 25 g.

En cada estanque se midió diariamente la salinidad (refractómetro AtagoHoney), pH (potenciómetro Hanna HI98107), oxígeno disuelto y temperatura (Oxímetro YSI[®] 550A). El amonio, nitrito y nitrato se midieron semanalmente con un Fotómetro YSI 9500. La evaluación biométrica de los ejemplares de cada réplica, se realizó al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días, la longitud se midió en centímetros utilizando un ictiómetro y el peso con una báscula electrónica Ohaus[®] (0,01g).

Los juveniles se cultivaron durante 154 días bajo estas condiciones. Los indicadores de crecimiento se calcularon de acuerdo a Hashim *et al.* (2002): peso promedio inicial (g); peso promedio final (g); ganancia

de peso (g semana⁻¹), longitud promedio inicial (cm); longitud promedio final (cm), tasa específica de crecimiento (TCE; % día⁻¹) = $[(\ln(\text{peso final del cuerpo húmedo}) - \ln(\text{peso inicial del cuerpo húmedo}))/\text{tiempo (días)}] * 100$; factor de conversión de alimento (FCA) = alimento consumido (g)/ganancia en peso vivo (g); factor de condición de Fulton (K) = peso individual (g)/(longitud total; cm)³ y supervivencia (%). La relación del peso total-longitud total se calculó a partir de la siguiente ecuación alométrica $W_T = a L_T^b$ (Ricker, 1975), donde el W_T corresponde al peso corporal total (g), L_T a la longitud total (cm), a y b son coeficientes de la regresión funcional entre W_T y L_T .

La media y desviación estándar de las variables de calidad del agua (temperatura, oxígeno disueltos, pH, amonio, nitrato y nitrito) se calcularon para cada prueba y para el grupo total de pruebas. Se analizó la homogeneidad de varianzas y distribuciones normales de las variables físicas, químicas y biométricas del experimento. Para determinar la interacción de la salinidad y temperatura. Las medias entre las condiciones experimentales fueron comparadas con ANDEVA de 2 vías. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey (Montgomery, 1984) con un intervalo de confianza del 95% ($P < 0,05$). Adicionalmente, los resultados de peso final y tasa específica de crecimiento, se analizaron mediante la interpretación de gráficas de contorno (Minitab 16).

La temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto mostraron una variación de 1°C, 1 y 1 mg L⁻¹, respectivamente, durante los 154 días del experimento. El pH varió de 7,1-8,0; amonio de 0,15-0,36 mg L⁻¹; nitritos de 0,13-0,19 mg L⁻¹ y nitratos de 0,20-0,53 mg L⁻¹. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos en la temperatura y oxígeno disuelto (Tabla 1). En cambio, se encontró en la concentración de nitritos, nitratos y amonio ($P < 0,05$).

El mayor crecimiento ($P < 0,05$) se obtuvo en el tratamiento a 15 de salinidad (Fig. 1) y el menor a 45 durante los 154 días del experimento. Los mayores crecimientos para todos los tratamientos se presentaron a 34°C y los menores a 24°C. En general, se encontró que los ejemplares incrementaron su peso promedio ~1 g /°C de 24 a 34°C.

La relación longitud y peso para cada tratamiento se indica en la Tabla 2. Los ejemplares cultivados en salinidad de 25 tuvieron una tendencia homogénea a acercarse al coeficiente isométrico de 3. Las mayores diferencias en el coeficiente de crecimiento se presentaron en el experimento a 45 de salinidad.

Las mayores tasas de crecimiento, crecimiento específico y coeficiente de condición de Fulton se presentaron a 34°C ($P < 0,05$) y los menores pesos fina-

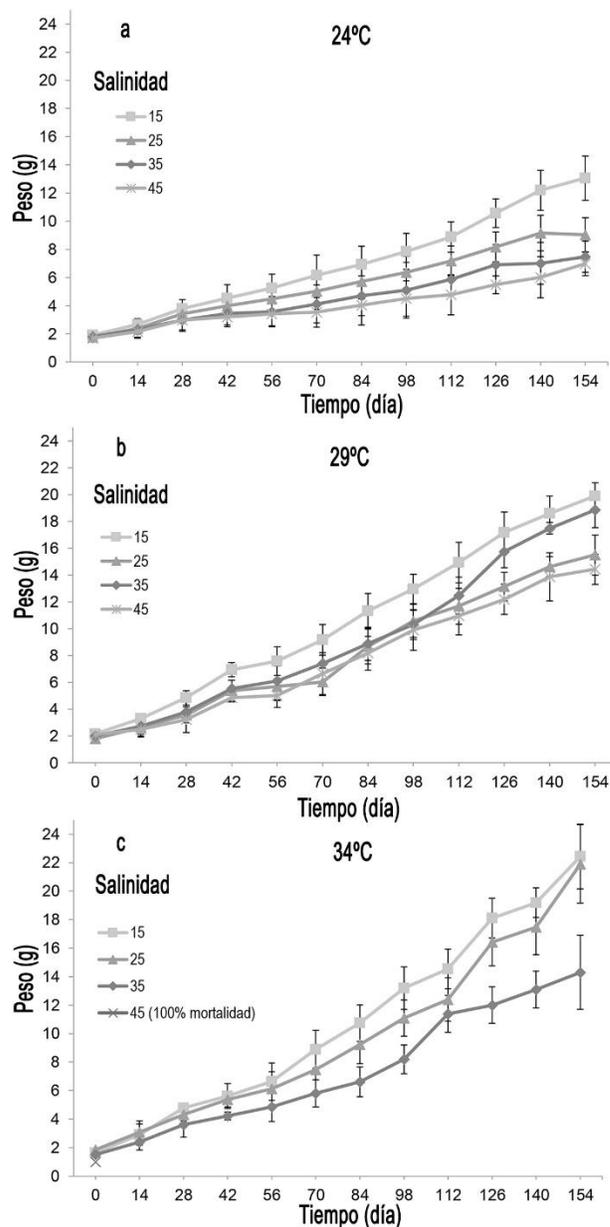


Figura 1. Crecimiento en longitud total y peso de juveniles de *L. guttatus* a diferentes temperaturas y salinidades, en sistemas de recirculación.

les a 24°C (Tabla 3). El porcentaje de supervivencia en los juveniles fue afectado por la temperatura (24, 29 y 34°C) y salinidad (15, 25, 35 y 45). La supervivencia disminuyó conforme aumentó la salinidad, obteniendo una mayor supervivencia en salinidades de 15-25. La mortalidad a la salinidad de 45 con 34°C fue de 100%.

En relación a la interacción salinidad-temperatura se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$), obteniendo el mayor peso final promedio (22,43 g) de los ejemplares cultivados a salinidad de 25 y temperatura de 34°C, mientras que el menor peso final prome-

Tabla 1. La calidad del agua en sistemas de recirculación para el cultivo de juveniles de *Luftjanus guttatus* a diferentes temperaturas y salinidades. Las medias con igual letra la misma fila no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

Temperatura (°C)	24				29				34			
	15	25	35	45	15	25	35	45	15	25	35	45
Salinidad												
Oxígeno (mg L ⁻¹)	6,5 ± 0,4 ^a	6,5 ± 0,4 ^a	6,4 ± 0,5 ^a	6,2 ± 0,4 ^a	5,9 ± 0,4 ^{ab}	5,8 ± 0,4 ^b	5,8 ± 0,4 ^b	5,8 ± 0,4 ^b	5,2 ± 0,4 ^b	5,2 ± 0,4 ^b	5,1 ± 0,3 ^b	5,1 ± 0,3 ^b
Temperatura (°C)	24,5 ± 0,9	24,3 ± 0,7	24,4 ± 0,7	24,6 ± 0,8	28,7 ± 0,1	28,9 ± 0,1	29,1 ± 0,1	28,9 ± 0,3	33,9 ± 0,2	33,8 ± 0,4	34,0 ± 0,2	34,0 ± 0,2
pH	7,9 ± 0,1 ^a	7,7 ± 0,1 ^a	7,5 ± 0,1 ^a	7,9 ± 0,1 ^a	8,0 ± 0,2 ^a	7,8 ± 0,2 ^a	7,5 ± 0,2 ^a	7,8 ± 0,2 ^a	7,9 ± 0,2 ^a	7,9 ± 0,2 ^a	7,1 ± 0,2 ^a	7,1 ± 0,2 ^a
Amonio (mg L ⁻¹)	0,2 ± 0,1 ^a	0,4 ± 0,1 ^b	0,4 ± 0,3 ^b	0,5 ± 0,3 ^b	0,2 ± 0,2 ^a	0,4 ± 0,1 ^b	0,2 ± 0,1 ^a	0,6 ± 0,3 ^c	0,1 ± 0,18 ^a	0,1 ± 0,18 ^a	0,1 ± 0,1 ^a	0,3 ± 0,2 ^a
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,1 ± 0,0 ^b	0,1 ± 0,0 ^b	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,2 ± 0,2 ^c	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^b
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,8 ± 1,2 ^c	0,8 ± 1,4 ^c	0,2 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,3 ^a	0,2 ± 0,2 ^a	0,2 ± 0,0 ^a	0,4 ± 0,3 ^b	0,4 ± 0,3 ^b	0,3 ± 0,1 ^a	0,3 ± 0,1 ^a	0,3 ± 0,3 ^a	0,4 ± 0,0 ^b

Tabla 2. Parámetros estimados de la relación entre longitud (L_T) - peso (W_T), de juveniles de *L. guttatus* a diferentes temperaturas y salinidades. Se muestran los valores de la pendiente (b). *b: factor alométrico; R²: coeficiente de determinación.

Temperatura (°C)	24				29				34			
	15	25	35	45	15	25	35	45	15	25	35	45
Salinidad												
Ecuación	W _T =0,01L _T	W _T =0,01L _T	W _T =0,01L _T	W _T =0,02L _T	W _T =0,03L _T	W _T =0,01L _T	W _T =0,01L _T	W _T =0,04L _T	W _T =0,02L _T	W _T =0,01L _T	W _T =0,01L _T	W _T =0,04L _T
b*	3,03	2,92	2,82	2,69	2,51	2,99	2,81	2,94	2,81	2,97	3,16	2,14
R ²	0,98	0,97	0,95	0,89	0,90	0,98	0,73	0,96	0,94	0,96	0,91	0,49

Tabla 3. Parámetros de crecimiento, producción y supervivencia de juveniles de *L. guttatus* a diferentes temperaturas y salinidades. NS: no sobrevivió. Las medias con igual letra en el misma columna no tienen diferencias ($P > 0,05$). TCE: tasa específica de crecimiento, TC: tasa de crecimiento, K: factor de conversión, FCA: factor de conversión alimentaria.

Salinidad	Temperatura (°C)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Longitud inicial (cm)	Longitud final (cm)	Supervivencia (%)	TCE (% día ⁻¹)	TC (g día ⁻¹)	K de Fulton	FCA
15	24	1,8 ± 0,0 ^a	13,0 ± 1,5 ^b	5,3 ± 0,0 ^a	9,8 ± 0,3 ^c	90,0 ± 0,4 ^a	1,2 ± 0,0 ^c	0,08	1,3	2,0
	29	1,8 ± 0,0 ^a	19,8 ± 2,0 ^a	5,4 ± 0,0 ^a	12,8 ± 1,7 ^a	90,0 ± 0,4 ^a	1,5 ± 0,0 ^b	0,13	0,8	1,6
	34	1,6 ± 0,1 ^a	22,4 ± 2,2 ^a	5,0 ± 0,0 ^a	11,4 ± 0,4 ^b	83,3 ± 1,0 ^b	1,7 ± 0,1 ^a	0,14	1,5	2,4
25	24	1,7 ± 0,0 ^a	9,0 ± 1,2 ^c	5,1 ± 0,2 ^a	8,8 ± 0,1 ^b	93,3 ± 0,5 ^a	1,0 ± 0,0 ^c	0,06	1,3	2,0
	29	1,7 ± 0,0 ^a	15,4 ± 1,6 ^b	5,1 ± 0,1 ^a	10,4 ± 0,2 ^a	93,3 ± 0,5 ^a	1,4 ± 0,1 ^b	0,10	1,5	1,7
	34	1,8 ± 0,0 ^a	21,9 ± 2,7 ^a	5,1 ± 0,0 ^a	10,9 ± 0,5 ^a	86,6 ± 1,0 ^b	1,6 ± 0,1 ^a	0,14	1,6	2,2
35	24	1,8 ± 0,0 ^a	7,4 ± 1,1 ^b	5,1 ± 0,1 ^a	8,2 ± 0,2 ^c	96,6 ± 0,4 ^a	0,9 ± 0,1 ^b	0,05	1,3	2,3
	29	1,8 ± 0,0 ^a	18,8 ± 2,8 ^a	5,3 ± 0,0 ^a	11,1 ± 0,4 ^a	86,6 ± 1,0 ^b	1,5 ± 0,1 ^a	0,12	1,5	1,8
	34	1,6 ± 0,0 ^a	14,3 ± 2,1 ^a	4,8 ± 0,1 ^a	9,9 ± 0,4 ^b	86,6 ± 1,0 ^b	1,4 ± 0,2 ^a	0,09	1,0	2,6
45	24	1,6 ± 0,0 ^a	6,9 ± 0,8 ^b	5,0 ± 0,1 ^a	8,0 ± 0,1 ^b	70,0 ± 1,0 ^a	0,9 ± 0,1 ^b	0,05	1,3	2,5
	29	1,8 ± 0,2 ^a	14,4 ± 1,1 ^a	5,4 ± 0,0 ^a	10,0 ± 0,1 ^a	66,6 ± 1,7 ^b	1,3 ± 0,0 ^a	0,09	1,4	1,8
	34	1,7 ± 0,0 ^a	NS	4,7 ± 0,1 ^a	NS	NS	NS	NS	NS	NS

dio (6,57 g) fue de los peces cultivados a salinidad de 45 y temperatura de 24°C. La mayor tasa específica de crecimiento se determinó en los rangos de 40-45 y 31-34°C, presentando el mayor crecimiento a salinidad de 15 y temperatura de 34°C (1,70% día⁻¹), mientras que en los rangos de 40-45 y 31-34°C la tasa específica de crecimiento no resultó la más adecuada (Fig. 2). Se observó que cuando aumentó la salinidad y disminuyó temperatura, los organismos disminuyeron su crecimiento.

Las temperatura, salinidad y pH no presentaron diferencias entre los tratamientos durante todo el período experimental, el oxígeno disuelto fue mayor a la menor temperatura (24°C) y el amonio, nitrito y nitrato fueron diferentes en los tratamientos. Las concentraciones registradas principalmente de amonio se encontraron en los intervalos aceptables de cultivo para esta especie (Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2012, 2015). Los resultados del presente estudio indican que la salinidad y temperatura afectó el crecimiento y supervivencia del pargo lunarejo. Los ejemplares cultivados a altas salinidades y temperaturas (45 y 34°C) tuvieron el 100% de mortalidad, debido a que en pargos, las salinidades altas no solo alteran la activación de las hormonas de la osmorregulación, sino también el consumo de alimento y el metabolismo (Vargas-Chacoff *et al.*, 2011). La respuesta de los organismos en estas condiciones extremas muestra que la especie tiene una tendencia a aguas templadas y baja salinidad, lo cual está de acuerdo a la tendencia a bajas salinidades encontrada en edades tempranas por Abdo de la Parra *et al.* (2011), reportando también bajas supervivencias debido a deformidades en larvas de *L. guttatus* a salinidades de 45. La supervivencia fue mayor en temperaturas de 24 y 29°C y en salinidades de 15, 25 y 35, lo que concuerda con los porcentajes de supervivencia obtenidos por Anguas-Vélez *et al.* (2003),

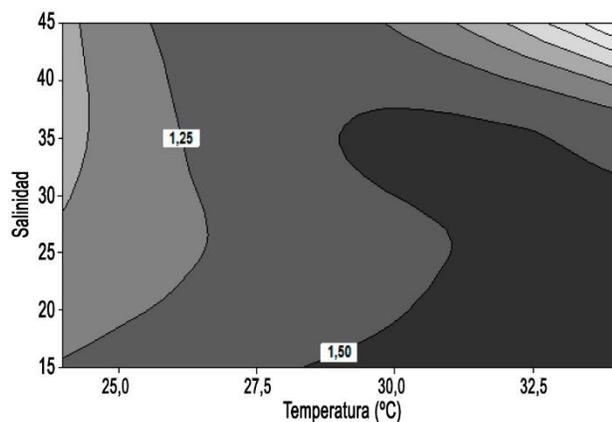


Figura 2. Tasa específica de crecimiento (% día⁻¹), a diferentes temperaturas y salinidades, en el cultivo de juveniles de *L. guttatus*.

Stewart-Fielder *et al.* (2005) y Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2013), y en otras especies de pargos, mientras que en temperaturas menores a 24°C disminuyeron su crecimiento, sin afectar la supervivencia.

Serrano *et al.* (2010) encontraron que el pargo gris *L. griseus* en condiciones de laboratorio, prefiere salinidades intermedias en el rango de 9-23 y en salinidades extremas reduce su actividad en compensación del mayor gasto energético por osmorregulación. Los resultados de este experimento mostraron que de 86,8 a 90,0% de los juveniles de pargo lunarejo, sin exposición previa a la salinidad, fueron capaces de sobrevivir a una transferencia directa de salinidad 15 hasta 35. Serrano *et al.* (2011) obtuvieron resultados similares con el pargo gris, confirmando que los juveniles se aclimataron exitosamente a ambientes hipo e hipersalinos (0 a 60) después de 96 h, y por lo tanto debe ser considerado como una especie eurihalina, tal como el pargo lunarejo del Pacífico.

El conocimiento de la tolerancia a la salinidad de los peces es importante en aspectos fisiológicos y de manejo productivo. Aunque el cultivo de esta especie se realiza en forma incipiente, los resultados obtenidos sugieren que puede crecer con éxito en salinidades de 24 a 34, lo que está de acuerdo con lo señalado por Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2007) para esta especie en jaulas flotantes en el mar y para otra especie muy cercana como lo es *L. peru* (Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2012, 2013).

En este estudio las altas tasas de crecimiento específico se encuentran a temperaturas de 29 a 34°C y las mayores supervivencias se registraron a 24°C y en salinidades de 25 a 35. Hubo una tendencia a mejorar el crecimiento en salinidades ≤30. La tolerancia a bajas salinidades, muestra que *L. guttatus* tiene un alto potencial para crecer en aguas lagunar-estuarinas y representa una alternativa para incrementar la acuicultura marina y costera.

REFERENCIAS

- Abdo de la Parra, M.I., L.E. Rodríguez-Ibarra, G. Velasco-Blanco, N. García-Aguilar & B. González-Rodríguez. 2011. Evaluación de la salinidad sobre la incubación de huevos y eclosión de larvas del pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*). *Cienc. Pesq.*, 19: 29-34.
- Anguas-Vélez, B.H., R. Civera-Cerecedo, E. Goytortúa-Bores & S. Rocha-Meza. 2003. Efecto de la temperatura y la densidad de cultivo sobre el crecimiento de juveniles de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*. *Hidrobiológica*, 13: 309-315.

- Bergheim, A. 2012. Recent growth trends and challenges in the Norwegian aquaculture industry. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(3): 800-807.
- Boza-Abarca, J., E. Calvo-Vargas, N. Solís-Ortiz & J. Komen. 2008. Induced spawning and larval rearing of spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, at the Marine Biology Station, Puntarenas, Costa Rica. *Cienc. Mar.*, 34: 239-252.
- Boza-Abarca, J., S. Valverde-Chavarría, E. Calvo-Vargas, M. Ramírez-Alvarado & E. Rodríguez-Gómez. 2011. Hormone-induced spawning of wild and captive-grown spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* using carp pituitary suspension and human chorionic gonadotropin. *Cienc. Mar.*, 37(2): 125-139.
- Castillo-Vargasmachuca, S., J.T. Ponce-Palafox, E. Chávez-Ortiz & J.L. Arredondo-Figueroa. 2007. Effect of the initial stocking body weight on growth of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) in marine floating cages. *Rev. Biol. Mar.*, 42(3): 261-267.
- Castillo-Vargasmachuca, S., J.T. Ponce-Palafox, M. García-Ulloa, J.L. Arredondo-Figueroa, A. Ruiz-Luna, E.A. Chávez & A.G. Tacon. 2012. Effect of stocking density on growth performance and yield of subadult pacific red snapper cultured in floating sea cages. *N. Am. J. Aquacult.*, 74(3): 413-418.
- Castillo-Vargasmachuca, S., J.T. Ponce-Palafox, G. Rodríguez-Chávez, J.L. Arredondo-Figueroa, E. Chávez-Ortiz & A. Sendavi. 2013. Effects of temperature and salinity on growth and survival of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) juvenile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41: 1013-1018.
- Castillo-Vargasmachuca, S., J.T. Ponce-Palafox, J.L. Arredondo-Figueroa, M. García-Ulloa, A. Benítez-Valle & A. Seidavi. 2015. The effect of *Yucca schidigera* liquid extract on water quality and survival of Pacific red snapper *Lutjanus peru* during acclimatization. *Arch. Med. Vet.*, 47: 107-109.
- Hashim, R., A.S.C. Chong, N.A. Fatan, N. Layman & A. Ali. 2002. Production of hybrid red tilapia *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* at varying stocking densities in portable canvas tanks. *J. Appl. Aquacult.*, 12(3): 1-12.
- Ibarra-Castro, L. & N.J. Duncan. 2007. GnRHa-induced spawning of wild-caught spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture*, 272: 737-746.
- Job, T.J. & P.I. Chacko. 1947. Rearing of saltwater fish in freshwater of Madras. *Indian Ecol.*, 2: 1-9.
- Montgomery, D.C. 1984. Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, New York, 660 pp.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 191: 1-382.
- Serrano, X., M. Grosell & J.E. Serafy. 2010. Salinity selection and preferences of the grey snapper *Lutjanus griseus*: field and laboratory observations. *J. Fish. Biol.*, 76: 1592-1608.
- Serrano, X., J. Serafy & M. Grossell. 2011. Osmoregulatory capabilities of gray snapper *Lutjanus griseus*: salinity challenges and field observation. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.*, 44(3): 185-196.
- Stewart-Fielder, D., W.J. Bardsley, G.L. Allan & P.M. Pankhurst. 2005. The effects of salinity and temperature on growth and survival of Australian snapper, *Pagrus auratus* larvae. *Aquaculture*, 250(1-2): 201-214.
- Tang, C-H., Y-H. Chiu, S-C. Tsai & T-H. Lee. 2009. Relative changes in the abundance of branchial Na⁺/K⁺-ATPase α -isoform-like proteins in marine euryhaline milkfish (*Chanos chanos*) acclimated to environments of different salinities. *J. Exp. Zool.*, 311A: 521-529.
- Vargas-Chaco, L., A. Calvo, I. Ruiz-Jarabo, F. Villarroel, J.L. Muñoz, A.B. Tinoco, S. Cardenas & J. M. Mancera. 2011. Growth performance, osmoregulatory and metabolic modifications in red porgy fry, *Pagrus pagrus*, under different environmental salinities and stocking densities. *Aquacult. Res.*, 42: 1269-1278.
- Wuenschel, M.J., A.R. Jugovich & J.A. Hare. 2005. Metabolic response of juvenile gray snapper (*Lutjanus griseus*) to temperature and salinity: physiological cost of different environments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 321(2): 145-154.

Received: 22 March 2015; Accepted: 6 November 2015