

Evaluación de tres alimentos balanceados en la engorda de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Nayarit, México

Evaluation of three balanced feeds for fattening juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) in Nayarit, Mexico

Manuel Garduño Dionate¹, Margarita Hernández Martínez², Fernando Soto Aguirre³ y Adolfo Sánchez-Zamora⁴

¹Instituto Nacional de Pesca, Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, CDMX, 03310, México

²Centro Regional de Investigación Pesquera en Pátzcuaro, Instituto Nacional de Pesca, Calz. Ibarra No. 28, Col. Ibarra, 61609 Pátzcuaro, Michoacán, México

³Instituto Nacional de Pesca, Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, CDMX, 03310, México

⁴Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias UNAM-Campus Sisal. Puerto de Abrigo s/n. Sisal, Yucatán, 97356, México
e-mail: mdionati@yahoo.com.mx

Garduño Dionate M., M. Hernández Martínez, F. Soto Aguirre y A. Sánchez-Zamora. 2016. Evaluación de tres alimentos balanceados en la engorda de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Pisces:Lutjanidae) en Nayarit, México. *Hidrobiológica* 26 (1): 87-92.

RESUMEN

Se evaluaron tres alimentos balanceados en la engorda de juveniles de pargo lunarejo, *Lutjanus guttatus* en Nayarit, México. Los efectos de los alimentos para camarón, jurel y lubina fueron evaluados a través de la tasa de crecimiento específico (TCE) y la tasa de conversión alimenticia (TCA) en experimentos durante 60 días. Se utilizaron 120 juveniles en tinas de 150 L (4 por tipo de alimento) en una densidad de 10 org/tanque. La longitud patrón de los animales al inicio del experimento fue de 16.7 ± 0.68 , 16.8 ± 1.14 , 16.4 ± 1.19 cm para los animales alimentados con piensos para camarón, jurel y lubina, respectivamente. Los pesos iniciales de estos individuos fueron de 119.1 ± 18.56 , 115.5 ± 21.29 y 87.4 ± 21 g/animal, respectivamente. La TCE y la TCA fueron afectadas por el tipo de alimento, observándose los valores más altos de TCE para los animales alimentados con el alimento de lubina (1.02% g/día; 1.4:1, respectivamente) y los más bajos de TCE para los alimentados con alimento para camarón (0.45% g/día; 2.5:1, respectivamente). Un valor intermedio fue registrado en los animales alimentados con el alimento diseñado para jurel (0.5% g/día) con un valor alto de la TCA de 4.43:1. No se observó una relación entre las variables físico-químicas medidas y el tipo de alimento experimental, por lo que se pudo concluir que las condiciones experimentales fueron similares en todos los tratamientos. Así, los resultados obtenidos permiten recomendar el uso de alimento para lubina como una alternativa para la alimentación de *Lutjanus guttatus* bajo las condiciones de cultivo utilizadas en este estudio.

Palabras clave: Acuicultura, engorda, índice de crecimiento, juvenil, nivel de proteína.

ABSTRACT

In this study, we evaluated the effectiveness of three commercially-available feeds (currently used for shrimp, mackerel, and sea bass) on young spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. One hundred and twenty wild juveniles were captured along the coast of Nayarit near Sayulita beach. The specific growth rate (SGR% g/day) and Food Conversion Factor (FCF) were evaluated over 60 days. One hundred and twenty wild juveniles in four 150 L tanks per treatment with 10 fish per tank were used. The initial length and wet weight for animals fed with food for shrimp, mackerel, or sea bass were 16.7 ± 0.68 , 16.8 ± 1.14 , and 16.4 ± 1.19 cm, respectively, and initial wet weight 119.1 ± 18.56 , 115.5 ± 21.29 , and 87.4 ± 21 g/animal, respectively. SGR and FCF changed throughout the experiments, with higher values in SGR in animals fed the sea bass feed (1.02% g/day; and lower of FCF (1.4:1)). Lower values of SGR were observed in fish fed with shrimp food, 0.45% g/day, although they had a higher FCF value (2.5:1). An intermediate SGR value was recorded in animals fed the mackerel feed (0.5% g/day), with higher FCF (4.43:1). All the experimental conditions were similar for all the treatments, suggesting that fish were only affected by the type of feed used. Consequently, we conclude that the feed currently used for sea bass can be recommended as feed for *L. guttatus*, at least when animals are maintained under conditions similar to those present in this study.

Key word: Aquaculture, fattening, growth rate, juvenile, protein level.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces marinos en México, es una actividad relativamente nueva, la cual ha visto limitado su desarrollo debido a diferentes factores, entre ellos la insuficiencia en la producción de semilla de calidad y en cantidades suficientes, así como de insumos, como el alimento balanceado específico y a precio accesible. Una de las alternativas actuales para la engorda, es la captura de semilla silvestre; sin embargo, estas incrementan la presión sobre las mismas poblaciones naturales. Asimismo, el suministro de alimentos adecuados para peces marinos, continúa siendo una limitante por la falta de estudios específicos que determinen los requerimientos nutricionales particulares. El pargo lunarejo, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) es una especie demersal del Pacífico oriental tropical y subtropical, cuya distribución se extiende desde la costa suroccidental de Baja California Sur y Golfo de California, México, hasta Perú (Rojas-Herrera, 2001). Es un pez de importancia comercial, muy apreciado en México y otros países de América Latina, con un valor en el mercado, de US\$7.00 por kilogramo y cuya demanda supera ampliamente a la oferta pesquera (Álvarez-Lajonché *et al.*, 2012). Se considera una especie con alto potencial para su cultivo, debido a su demanda comercial, su capacidad de adaptación y la posibilidad de control de su reproducción en cautiverio (Ibarra-Castro & Duncan, 2007). La evaluación de diferentes dietas puede realizarse mediante la comparación de las tasas de crecimiento específico y de conversión alimenticia, obtenidas con diferentes alimentos, ya que los estudios de esta naturaleza son importantes, pero muy escasos. Algunos estudios sobre el crecimiento de *L. guttatus* bajo diferentes condiciones de cultivo son: Olivares-Paulette & Boza-Abarca (1998-1999) evaluaron el crecimiento de juveniles de *L. guttatus* utilizando alimento granulado en condiciones de laboratorio en Puntarenas, Costa Rica. Gutiérrez-Vargas & Durán-Delgado (1998-1999) realizaron el cultivo de pargo lunarejo con fauna de descarte (peces, crustáceos y moluscos) en jaulas flotantes en Golfo de Nicoya, Costa Rica. Áviles-Quevedo *et al.* (2008) evaluaron el crecimiento de *L. guttatus* con el alimento para jurel aleta amarilla, *Seriola lalandi* Valenciennes, 1833 en jaulas flotantes en Bahía Concepción, Baja California Sur. Asimismo, Garduño-Dionate *et al.* (2010) evaluaron el crecimiento en jaulas flotantes de huachinango, *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) utilizando una dieta semi húmeda compuesta por camarón 35% y sardina spp. García-Ortega *et al.* (2010) utilizaron ingredientes de origen vegetal como fuentes de proteína y lípidos en alimentos balanceados para el pargo lunarejo y el botete diana, *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) y obtuvieron las tasas de crecimiento específico y de conversión alimenticia. Viveros *et al.* (2008) llevaron a cabo el cultivo del pargo lunarejo en estanques rústicos utilizando un alimento formulado a base de mojarra. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de tres alimentos balanceados y disponibles en el mercado para la engorda de *L. guttatus* a través, de las tasas de crecimiento específico y de conversión alimenticia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La colecta de juveniles de pargo lunarejo, *L. guttatus* se realizó en la costa del Municipio de Sayulita, Nayarit (UTM(X) 452997.76 y UTM(Y) 2310931.36) con el apoyo de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Costa de Chila S.A. de R.L. Para la captura de los peces se utilizó una red de cerco y posteriormente fueron transportados en contenedores de 200 L con oxígeno constante de 2 L/s y temperatura del agua disminuida en 3.0°C con bolsas de hielo, para reducir el meta-

bolismo y estrés de los peces. La aclimatación se realizó transfiriendo agua de la unidad receptora de cultivo hacia los contenedores en forma gradual, verificando la salinidad y temperatura de ambas partes, para incrementar en 1.0°C cada 30 minutos y evitar un shock térmico. Durante el periodo de observación de dos semanas se proporcionó alimento fresco, compuesto principalmente por camarón y trozos de calamar, posteriormente los tres tipos de alimentos comerciales para camarón, para jurel aleta amarilla y lubina europea *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) *ad libitum* con objeto de adaptar a los peces al alimento balanceado, y esta alimentación se suspendió dos días previos al inicio de los bioensayos de alimentación. Se utilizó un diseño experimental factorial de 3x1 donde se probaron tres alimentos a una densidad en cuatro tinas por tratamiento alimenticio y con diferente nivel de proteínas y lípidos; el tratamiento con alimento para camarón 35% de proteínas y 8% de lípidos, para lubina 41% y 12% y para jurel 45% y 18% respectivamente. La distribución de los peces en las tinas fue aleatoria, a una densidad de 10 org/0.15 m³ en un sistema de circulación abierto con aireación continua y un flujo de agua de 15 L/h lo que equivale a 2.5 recambios al día, en condiciones de temperatura y luminosidad natural. Se realizaron mediciones de los principales parámetros físico-químicos y compuestos nitrogenados del agua en cada una de las tinas de engorda. El oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua se midieron diariamente en cada una de las tinas con un multiparámetros marca YSI modelo 85, el pH se midió diariamente con un potenciómetro manual marca Hanna. El amonio, amonio no ionizado, nitritos y nitratos se midieron con un equipo para análisis de agua de mar marca La Motte, cada tercer día los cuales se estimaron por colorimetría. Asimismo, las unidades experimentales fueron limpiadas diariamente eliminando los restos del alimento y heces fecales. Se evaluó durante un periodo de 60 días la Tasa de Crecimiento Específico (TCE) y Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) de 120 juveniles de *L. guttatus*, por tratamiento alimenticio. Durante los primeros 15 días del bioensayo los peces fueron alimentados con una ración de 4% de la biomasa y durante los 45 días siguientes se alimentaron a 3% de la biomasa; la ración diaria se administró a las 9:00 y a las 15:00 horas. Se realizó la biometría de inicio y posteriormente cada 15 días, donde se registró los datos de peso total, con una balanza digital marca Ohaus modelo Scout con capacidad de 2,500 g y precisión de 0.1 g. La longitud patrón con un ictiómetro de precisión de 10 mm. La TCE se calculó con la ecuación.

$$TCE = (\ln P_{final} - \ln P_{inicial}) / t * (100)$$

Donde: $\ln P_{final}$ (logaritmo natural del peso final), $\ln P_{inicial}$ (logaritmo natural del peso inicial) y t (tiempo experimental).

Asimismo, se calculó la TCA a través de la ecuación, propuesta por Anguas-Vélez *et al.* (2003).

$$TCA = PSAO / GB$$

Donde: PSAO (peso seco del alimento ofrecido) y GB (ganancia en biomasa). La sobrevivencia (S) se estimó a partir de la ecuación:

$$S = N_{fp} / N_{ip} * 100$$

Donde: N_{fp} (número final de peces) y N_{ip} (número inicial de peces).

El supuesto de normalidad de los datos de peso total y longitud patrón fue probado a través de la prueba de Shapiro-Wilks y la homogeneidad de la varianza usando la prueba de Levene. Se calculó la estadística descriptiva (media y desviación estándar) del peso y longitud de los individuos al inicio y final del bioensayo, y por tipo de alimento así como el análisis de varianza de una y dos vías ($p < > 0.05$) para

verificar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos a un nivel de significancia del 5% y el coeficiente de variación $CV=DE/media*100$ donde: DE (desviación estándar) (Zar, 1996).

RESULTADOS

En el inicio del bioensayo se observó una mayor variabilidad en el peso total de los individuos en las tinas de un mismo tratamiento y entre los tratamientos, no sucediendo lo mismo con las longitudes patrón. En el tratamiento con alimento para camarón, resultaron los individuos con mayor peso promedio (119.1 ± 18.563) seguido por el tratamiento para jurel (115.5 ± 21.2846) y con el tratamiento para lubina los peces más pequeños (87.4 ± 21.2092), como lo indican los coeficientes de variación (Tabla 1). Los resultados, indican que el menor incremento en biomasa sucedió con el tratamiento para camarón, seguido con el tratamiento con jurel, mientras que el mayor incremento de biomasa con alimento para lubina (Tabla 2). Asimismo, la TCE promedio fue menor con el alimento para camarón, seguida con el de jurel y el mayor valor lo presentaron los peces con alimento para lubina (Tabla 2). En lo que se refiere a la TCA promedio, ésta fue de 1.44, mejor y próxima a 1.0 para

Tabla 1. Longitud, peso inicial (promedio \pm desviación estándar) y coeficiente de variación de *Lutjanus guttatus* con distinta alimentación. CV=coeficiente de variación.

Alimento	Longitud patrón (cm)	Peso total (g)	CV (longitud)	CV (peso)
Camarón				
Tina 2	16.9 \pm 0.496	86.5 \pm 25.012	2.93	28.91
Tina 9	16.3 \pm 0.681	133.1 \pm 15.452	4.18	11.61
Tina 13	17.1 \pm 1.060	140.6 \pm 26.957	6.21	19.17
Tina 14	16.3 \pm 0.461	116.3 \pm 6.832	2.83	5.87
Promedio	16.7 \pm 0.674	119.1 \pm 18.563	4.04	15.58
Jurel				
Tina 4	16.5 \pm 1.527	69.8 \pm 19.965	9.25	28.62
Tina 8	17.0 \pm 1.096	133.4 \pm 23.008	6.45	17.24
Tina 10	16.4 \pm 0.862	123.1 \pm 17.470	5.25	14.19
Tina 15	17.1 \pm 1.053	135.6 \pm 24.694	6.16	18.21
Promedio	16.8 \pm 1.135	115.5 \pm 21.284	6.75	18.42
Lubina				
Tina 1	16.2 \pm 1.107	94.4 \pm 25.303	6.83	26.81
Tina 3	16.2 \pm 1.698	60.7 \pm 24.662	10.48	40.62
Tina 5	16.3 \pm 1.048	63.4 \pm 13.158	6.43	20.75
Tina 12	16.8 \pm 0.895	130.9 \pm 21.712	5.32	21.71
Promedio	16.4 \pm 1.187	87.4 \pm 21.209	7.24	24.26

Tabla 2. Biomasa inicial y final, tasa de crecimiento específico (TCE) y tasa de conversión alimenticia (TCA) de *Lutjanus guttatus* con distinto tratamiento de alimentación. BI=biomasa inicial, BF= biomasa final, INCB= incremento biomasa, *= nivel de proteína.

Alimento	BI (g)	BF (g)	INCB (g)	TCE (% g/día)	TCA
Camarón (35%)*					
Tina 2	865	1414	549	0.819	1.50
Tina 9	1331	1600	269	0.307	3.49
Tina 13	1406	1691	285	0.307	2.40
Tina 14	1163	1474	311	0.395	2.83
Promedio	1191	1544	353	0.457	2.55
Jurel (45%)*					
Tina 4	698	1492	794	1.2661	1.05
Tina 8	1334	1436	102	0.1228	9.14
Tina 10	1231	1541	310	0.3743	2.98
Tina 15	1356	1571	215	0.2453	4.57
Promedio	1154	1510	355	0.5021	4.43
Lubina (41%)*					
Tina 1	944	1458	514	0.7245	1.64
Tina 3	607	1460	853	1.4628	0.97
Tina 5	634	1479	845	1.4118	1.00
Tina 12	1309	1633	324	0.5141	2.15
Promedio	873	1506	634	1.0283	1.44

los peces alimentados con alimento para lubina, seguido por el alimento para camarón y la menos eficiente con el alimento para jurel (Tabla 2); de manera que el mayor incremento en biomasa, la mayor TCE así como la mejor TCA, fue con alimento para lubina. Los resultados del análisis de varianza con respecto al peso total indican que existen diferencias entre los tres alimentos en lo que se refiere al aprovechamiento, al proporcionar un crecimiento diferente entre los peces, y en base a las diferencias estadísticas significativas (Tabla 3). Con respecto a la longitud patrón de los peces, el análisis de varianza de una vía indicó que no hubo diferencias significativas (Tabla 4), sin embargo el análisis de dos vías entre los tres tratamientos sí indicó diferencias estadísticas significativas (Tabla 4). Finalmente, la sobrevivencia obtenida por tratamiento fue, con el alimento para camarón del 95%, con el de jurel del 97.5% y con el de lubina del 100%. En el presente estudio los parámetros físicos y químicos, y las concentraciones de los compuestos nitrogenados promedios entre los tratamientos fueron similares en los valores (Tabla 5). En los tres tratamientos los promedios por intervalo fueron; temperatura de 29.6 a 29.7 °C, concentración de oxígeno disuelto de 3.1 a 3.4 mg/L, salinidad de 20.2 a 21.4 mg/L, pH de 7.3 a

Tabla 3. Análisis de varianza de una vía y dos vías del peso total de *Lutjanus guttatus* obtenidos con diferentes tipo de alimento. Utilizados en los distintos tratamientos.

Alimento	ANOVA (1 vía)	Observación
Camarón-jurel	$p > (0.05)$ ($p = 0.605$)	No hubo diferencias
Jurel-lubina	$p < (0.05)$ ($p = 0.005$)	Hubo diferencias
Camarón-lubina	$p < (0.05)$ ($p = 0.003$)	Hubo diferencias
ANOVA (2 vías)		
Camarón-jurel-lubina	$p < (0.05)$ ($p = 0.0033$)	Hubo diferencias

7.4 ligeramente alcalino, concentración de amonio no ionizado de 1.0 a 1.1 mg/L, amonio de 1.0 a 1.2 mg/L, nitrato de 1.1 a 1.4 mg/L y nitrito de 0.14 a 0.17 mg/L.

DISCUSIÓN

La proteína es el componente más importante de la dieta ya que determina el crecimiento, al proporcionar los aminoácidos esenciales y el nitrógeno necesario para la síntesis de los aminoácidos no esenciales, que se requieren para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y renovación de tejidos (García-Ortega, 2009). Los peces con el tratamiento para camarón, registraron la sobrevivencia más baja del 95%, seguida por el tratamiento para jurel del 97.5%, mientras que con el tratamiento para lubina la sobrevivencia fue del 100%, esto posiblemente se debió a diferencias en el manejo de los individuos, principalmente durante las biometrías y diferencias en la condición fisiológica de los mismos. Asimismo, para los individuos con alimento para lubina, se obtuvieron los mayores incrementos en biomasa con valores mínimo-máximo de 324 a 853 g seguida por la dieta para jurel de 102 a 794 g y con el menor incremento en biomasa el alimento para camarón, con un valor mínimo-máximo de 285 a 549 g. De lo anterior, se infiere que el alimento para camarón con un nivel de proteína de 35% y 8% de lípidos, no es adecuado para la engorda de juveniles-sub adultos de *L. guttatus*, como lo indicó García-Ortega *et al.* (2002) quienes confirmaron que el alimento para camarón es inadecuado para alimentar a peces marinos, debido a su bajo contenido de proteína. Además, se observaron amplios intervalos de peso total de los individuos en la siembra,

Tabla 4. Análisis de varianza de una vía y dos vías de la longitud patrón de *Lutjanus guttatus* por tipo de alimento. Utilizado en los distintos tratamientos.

Alimento	ANOVA (1 vía)	Observación
Camarón-jurel	$p > (0.05)$ ($p = 0.740$)	No hubo diferencias
Jurel-lubina	$p > (0.05)$ ($p = 0.168$)	No hubo diferencias
Camarón-lubina	$p > (0.05)$ ($p = 0.053$)	No hubo diferencias
ANOVA (2 vías)		
Camarón-jurel-lubina	$p < (0.05)$ ($p = 0.0393$)	Hubo diferencias

hecho que es indicativo de la variabilidad en peso y longitud que presentaron los individuos en los tres tratamientos al inicio del bioensayo, de acuerdo a los coeficientes de variación estimados y básicamente en el peso total. La tasa de crecimiento de los peces es modificada por una serie de factores que incluyen la temperatura del agua, la densidad del cultivo, el porcentaje de alimentación y el tipo de alimento; además de la variación intraespecífica en la tasa de crecimiento dentro de los grupos de peces, conocida como el efecto de la jerarquía de las tallas (Lahti & Lower, 2000; Wang *et al.*, 2000). En relación a lo anterior, y en caso específico al tipo de alimento utilizado en este estudio, se utilizaron dos alimentos para peces y uno para camarón con diferentes niveles de proteínas y lípidos; para lubina europea, *Dicentrarchus labrax* de 41% y 12% y para jurel aleta amarilla, *Seriola lalandi* de 45% y 18%, y para camarón del 35% y 8% respectivamente. El alimento para lubina resultó más adecuado para el crecimiento de los individuos, cuantificado a partir de la tasa de crecimiento específico promedio de 1.02% g/día, con una ganancia en peso de 2 536 g que fueron mayores a los otros dos alimentos. Asimismo, la tasa de conversión alimenticia promedio de 1.44 fue menor en este mismo tratamiento, mejorando la eficiencia alimenticia de los individuos, esto posiblemente se debe, en el caso del alimento para camarón al bajo nivel de proteína y en el caso del alimento para jurel, a su alto nivel de proteína no adecuado para el tamaño inicial de subadultos, como lo indica García-Ortega (2009) quién determinó que el requerimiento de proteína y lípidos en la dieta para subadultos de pargo lunarejo silvestre (110 g) fue de 40% y 12%, respectivamente. Olivares-Paulette y Boza-Abarca (1998-1999), determinaron una tasa de crecimiento específico para *L. guttatus* óptima

Tabla 5. Parámetros físico-químicos y promedio de compuestos nitrogenados durante la engorda de *Lutjanus guttatus* utilizando distintos tipo de alimento (para camarón, jurel y lubina).

Alimento	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/L)	Salinidad (mg/L)	pH (H ⁺)	Amoníaco (mg/L)	Amonio (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)
Camarón	29.78	3.44	21.42	7.42	1.05	1.14	1.44	0.14
Jurel	29.71	3.16	20.22	7.39	1.19	1.22	1.31	0.17
Lubina	29.66	3.27	20.30	7.49	1.11	1.09	1.11	0.15

(1.09% g/día) y máxima (2.05% g/día) de las cuales la máxima resultó mayor a la estimada en este trabajo, así como en las tasas de conversión alimenticia, una óptima de 0.94 y una máxima de 1.86, en ese caso en relación a la conversión alimenticia, resultaron más eficiente en el aprovechamiento del alimento, a la estimada en el presente estudio. Tales tasas de crecimiento específico y de conversión alimenticia, mayor y mejor respectivamente a los de este trabajo, se atribuyen entre otros factores al peso inicial promedio de 42 g, que corresponde a juveniles así como al alimento granulado formulado utilizado con un nivel de 49.61% de proteína y 17.53 % de lípidos, composición mayor, pero principalmente más adecuada para la etapa productiva de juveniles de esta especie, y también a una ración alimenticia mayor del 5% del peso corporal/día y una densidad menor de 4 org/0.085 m³. Sobre este argumento el alimento utilizado para lubina con el 41% de proteína, coincide con los requerimientos de proteína de 40% y lípidos de 12% determinados para subadultos silvestres de *L. guttatus* de 110 g por García-Ortega (2009), tamaño similar al de los individuos cultivados en la etapa de engorda en este trabajo. Por lo que respecta, a la dieta para jurel con el 45% de proteína, consideramos que este nivel de proteína es adecuado más bien para individuos juveniles, de acuerdo a los resultados obtenidos por Abdo de la Parra *et al.* (2010), quienes determinaron que los juveniles de pargo lunarejo, con un peso inicial de 2.2 g pueden ser alimentados con dietas que contengan de 45 a 50% de proteína y de 9 a 12% de lípidos para obtener buen rendimiento de crecimiento, supervivencia, factor de condición y la TCA, bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo los cultivos del presente estudio. Asimismo, Hernández-Mendoza (2007) determinó que juveniles de pargo lunarejo de 2.4 g tienen un alto crecimiento y supervivencia cuando son alimentados con niveles de proteína de 45 a 50% y de 9 a 15% de lípidos. Sin embargo, dado que el requerimiento de proteína disminuye conforme aumenta el tamaño corporal (Tacon, 1989), el nivel de proteína de la dieta para jurel (45%), resultó menos adecuada, como lo indicaron los índices de crecimiento obtenidos en este trabajo. En lo que se refiere a la Tasa de Conversión Alimenticia para los subadultos de *L. guttatus*, Villa-López (2005) reportó valores de TCA de 2.4 a 4.4 que coinciden con los valores promedio obtenidos en este trabajo para el tratamiento camarón (TCA= 2.5) y para tratamiento jurel (TCA= 4.4), ésto pudo deberse a una similitud en la talla inicial de los peces. El análisis de ANOVA de una vía indicó que existen diferencias significativas entre los índices de crecimiento obtenidos con los alimentos para camarón-lubina y lubina-jurel, mientras que para camarón-jurel no hubo diferencias significativas en el crecimiento, con lo que se infiere que el mayor crecimiento y el mejor aprovechamiento del alimento, se obtuvo con el tratamiento lubina. Asimismo, el análisis de varianza de dos vías indicó que hubo diferencias estadísticamente significativas en los índices de crecimiento de la especie, obtenidos a través de los tres tratamientos camarón-lubina-jurel. Las formas de nitrógeno tóxicas, amonio no ionizado y nitrito deben ser retirados de los sistemas de acuicultura ya que altas concentraciones de estos elementos puede reducir drásticamente la tasa de crecimiento, por daño de las branquias y otros órganos internos, y también pueden predisponer a los peces a enfermedades (Burrows, 1964; Colt y Armstrong, 1981). En el presente trabajo las concentración promedio de amonio no ionizado de los tres tratamientos se mantuvo entre 1.05 a 1.19 mg/L y fue similar a la concentración máxima de amonio total de 1.0 mg/L estimada para esta misma especie por Vargas-Machuca *et al.* (2008) durante el proceso de engorda en un sistema de jaulas flotantes en Santa Cruz de Miramar, Nayarit. Con lo anterior, se infiere que la concentración de amonio no

ionizado obtenidos en este trabajo, se debió entre otros factores, a la falta de un filtro biológico en la unidad de engorda, no facilitando la oxidación del amoníaco, sin embargo los pargos toleraron esta concentración por estar pasando por la etapa productiva de juveniles a subadultos. En lo que se refiere al segundo compuesto tóxico, el nitrito promedio, alcanzó valores bajos de toxicidad de 0.14 a 0.17 mg/L, según los valores estimados de 0.584 a 0.630 mg/L, reportados por Vargas-Machuca *et al.* (2008). El nitrato es relativamente no tóxico, excepto a concentraciones muy altas, mayores a 300 mg/L (Arredondo-Figueroa *et al.*, 2007). Por lo general en los sistemas de engorda no se llega a estos valores y en este trabajo se tuvo una concentración baja (1.1 a 1.4 mg/L). La temperatura promedio se mantuvo entre 29.6 a 29.7 °C. El oxígeno disuelto promedio en el agua de 3.1 a 3.4 mg/L, lo cual posiblemente afectó por igual la tasa de crecimiento de los individuos en los tres tratamientos, todas vez que se ha reportado que durante el proceso de engorda los niveles bajos de oxígeno disuelto afectan a los organismos pudiendo causar una reducción en su alimentación y crecimiento (Piper *et al.*, 1982). El pH promedio se mantuvo entre 7.3 a 7.4 lo cual es considerado como adecuado para el cultivo de peces (Arredondo-Figueroa *et al.*, 2007). La salinidad promedio fue de 20.2 a 21.4 mg/L, lo cual parece no tuvo efecto negativo en el crecimiento de la especie dada su naturaleza eurihalina, sin embargo es todavía una variable a ensayar ya que hay reportes que muestran su efecto; así, el estudio de Watanabe (2001), menciona que arriba de 16 ppm y hasta agua de mar, es posible llevar a cabo el cultivo de esta especie.

En conclusión decidimos que las diferencias en crecimiento y eficiencia alimenticia, determinadas con cada tratamiento, son reflejo tanto de la calidad del alimento, como de la de los niveles de proteína y lípidos, pero también de la etapa productiva de los peces durante el proceso de engorde, así los resultados obtenidos permiten recomendar el uso de alimento para lubina como una alternativa para la alimentación de *L. guttatus* bajo las condiciones de cultivo utilizadas en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de la Costa de Chila S.C. de R.L. de Nayarit por el apoyo en la captura de juveniles de pargo lunarejo. A Pedro A. Ulloa Ramírez por las facilidades y apoyo para el desarrollo del presente trabajo en el laboratorio húmedo del Centro Regional de Investigación Pesquera de Bahía de Banderas, Nayarit.

REFERENCIAS

- ABDO DE LA PARRA, M. I., L. E. RODRÍGUEZ-IBARRA, F. CAMPILLO-MARTÍNEZ, G. VELASCO-BLANCO, N. GARCÍA-ÁGUILAR, L. ÁLVAREZ-LAJONCHERE & D. VOLTOLINA. 2010. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia larval del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. *Revista Biología Marina y Oceanografía* 45 (1): 141-146.
- ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L., M. I. ABDO DE LA PARRA, L. E. RODRÍGUEZ-IBARRA, G. VELASCO-BLANCO, A.C. PUELLO-CRUZ, B. GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. IBARRA-SÓTO & L. IBARRA-CASTRO. 2012. The scale-up of spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, larval rearing at Mazatlán, México. *Journal of the World Aquaculture Society* 43: 411-422.

- 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 (4): 309-315.
- ARREDONDO-FIGUEROA, J. L., G. INGLE DE LA MORA, I. GUERRERO-LEGORRETA, J. T. PONCE-PALAFIX, I. BARRIGA-SOSA. 2007. Ammonia and nitrite removal rates in a closed recirculating-water system, under three load rates of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 6 (3): 301-308.
- ÁVILES-QUEVEDO A., J. M. MAZÓN-SUÁSTEGUI & F. CASTELLÓ-ORVAY. 2008. Avances en el cultivo del Pargo Flamenco, *Lutjanus guttatus*. Un ejemplo a seguir de los pescadores de Bahía Concepción, en Baja California Sur. *Industria Acuícola* 4: 4-7.
- BURROWS, R. E. 1964. Effects of accumulated excretory products on hatchery-reared salmonids. U.S. *Fish Wildlife Service Res. Rep.* 66:12 p.
- COLT, J. E. & D. A. AMSTRONG. 1981. Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and mollusks. In: American Fisheries Society, Fish Culture Section (Ed.). *Proceedings of the bioengineering symposium for fish culture*. Bethesda, Maryland, USA, pp. 39-41.
- GARCÍA-ORTEGA A. 2009. Nutrition and feeding research in spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) and bullseye puffer (*Sphoeroides annulatus*), new species for marine aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry* 35 (1): 69-80.
- GARCÍA-ORTEGA A., C. HERNÁNDEZ, I. ABDO DE LA PARRA & B. GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ. 2002. Advances in the nutrition and feeding of the bullseye puffer *Sphoeroides annulatus*. In: Cruz-Sánchez, E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, G. Gaxiola-Cortés & N. Simoes (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. 3-6 Septiembre, Cancún, Quintana Roo, México. pp. 187-196
- GARCÍA-ORTEGA, A., D. MUY-RANGEL, A. PUELLO-CRUZ, Y. VILLA-LÓPEZ, M. ESCALANTE-ROJAS & K. PRECIADO-ÍÑIGUEZ. 2010. Uso de ingredientes de origen vegetal como fuentes de proteína y lípidos en alimentos balanceados para peces marinos carnívoros. In: Cruz-Suarez, L. E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. G. Nieto-López, D. A. Villarreal-Cavazos, J. Gamboa-Delgado (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola X. Memorias del X Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. 8-10 Noviembre, Monterrey, N.L. México, pp. 321-340.
- GARDUÑO-DIONATE M., M. L. UNZUETA-BUSTAMANTE, M. HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, R. M. LORÁN-NÚÑEZ & F. R. MARTÍNEZ-ISUNZA. 2010. Crecimiento de huachinangos juveniles silvestres (*Lutjanus peru*) en un encierro de engorda en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero, México. Instituto Nacional de Pesca. *Ciencia Pesquera* 18 (1): 93-96.
- GUTIÉRREZ-VARGAS R. & M. DURÁN-DELGADO. 1998-1999. Cultivo del pargo de la mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en jaulas flotantes. Dirección General Técnica Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, INCOPECA Puntarenas, Costa Rica. *Uniciencia* 15-16: 27-34.
- HERNÁNDEZ-MENDOZA, K. 2007. Evaluación de los requerimientos de proteínas, lípidos totales y dietas prácticas en juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). Tesis de Maestría CIAD-Mazatlán, México, 83 p.
- IBARRA-CASTRO L. & N. DUNCAN. 2007. GnRH-induced spawning of wild-caught spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture* 272: 737-746.
- LAHTI, K. & LOWER. 2000. Effects of size asymmetry on aggression and food acquisition in Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 56: 915-922.
- OLIVARES-PAULETTE O. & J. BOZA-ABARCA. 1998-1999. Crecimiento de juveniles de pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) utilizando alimento granulado en condiciones de laboratorio. Estación de Biología Marina, Universidad Nacional Puntarenas, Costa Rica. *Uniciencia* 15-16: 45-48.
- PIPER, R. G., I. B. McELWAIN, L. E. ORUNE, J. P. MCCRAREN, L. G. FOWLER & J. R. LEONARD. 1982. Fish Hatchery Management. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC. Pp. 517.
- ROJAS-HERRERA, A. 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nicholas y Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, Colima, México, 90 p.
- TACON, J. A. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. GCP/RLA/102/ITA Proyecto Aquila II. FAO Documento de Campo 4: 1-572.
- VARGAS-MACHUCA, S. C., J. T. PONCE-PALAFIX, J. L. ARREDONDO-FIGUEROA, E. A. CHÁVEZ-ORTIZ & E. J. VERNON-CARTER. 2008. La variación de los parámetros físico-químicos del agua en jaulas flotantes de pargos (*Lutjanus peru* y *L. guttatus*) en una granja marina tropical. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 7 (3): 237-242.
- VILLA-LÓPEZ, A. Y. 2005. Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos en el crecimiento y sobrevivencia del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1896) (Pisces: Lutjanidae). Tesis de Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, México, 61 p.
- VIVEROS, R. E., E. A. RUBIO RINCÓN & JESÚS H. GAMBOA D'CRUZ. 2008. Evaluación del crecimiento y sobrevivencia del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en dos sistemas de producción, estanques en tierra y jaulas flotantes, en la estación acuícola Bahía Málaga del Incofer; Pacífico colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 21: 455-522.
- WANG, N., R. S. HAYWARD & D. B. NOLTIE. 2000. Effects of social interactions on growth of juvenile hybrid Sunfish held at two densities. *North American Journal of Aquaculture* 62: 161-167.
- WATANABE, W. O. 2001. Species profile: Mutton snapper. *Southern Regional Aquaculture Center*. Texas A & M University. SRAC Pub. No. 725. 10 p.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistics Analysis*. 3rd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. 718 p.

Recibido: 19 de marzo de 2014.

Aceptado: 25 de enero de 2016.