

Resultados Preliminares del Cultivo Piloto Comercial de Pargo *Lutjanus guttatus* Criado en Laboratorio y Engordado en Jaulas Flotantes en el Noroeste Mexicano

Crisantema Hernández ^{1*} & Carlos Humberto Hernández López ²

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Mazatlán.

Mazatlán, Sinaloa, México.*E-mail chernandez@ciad.mx

²Postgrado en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Resumen

Los pargos son un recurso pesquero de importancia en las zonas tropicales y subtropicales, y su pesquería está siendo explotada por encima del máximo rendimiento sostenible (Stickney, 2000). El pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*, se encuentra a lo largo de la costa del Pacífico, desde el Golfo de California hasta Perú, incluyendo las Islas Galápagos (Allen, 1985). Es una especie de gran importancia económica para la pesca artesanal a lo largo de la costa del noroeste mexicano. Debido a sus características biológicas y las características de mercado, el pargo lunarejo presenta un buen potencial para la acuicultura. Los procesos tecnológicos de su cultivo, desove, cría de larvas, producción de alevines, engorda en jaulas flotantes y su alimentación usando una dieta específica, han sido desarrollados por los esfuerzos colectivos de los investigadores del CIAD Unidad Mazatlán, mediante el apoyo de Instituciones Gubernamentales de México. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en el crecimiento y la supervivencia del pargo cultivado en jaulas flotantes en la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México. Se realizó un ensayo de crecimiento de 240 días de cultivo (Febrero a Octubre de 2012), utilizando tres jaulas flotantes redondas: dos de 222 m³ (9 m de diámetro y 3.5 m de profundidad) y una de 286 m³ (9 m de diámetro y 4.5 m de profundidad), fabricadas con tubo de polietileno de alta densidad y conexiones de acero inoxidable. 39,120 juveniles de pargo producidos en la Planta piloto de peces marinos del CIAD, con un peso promedio de 14.15 ± 4.97 g fueron distribuidos aleatoriamente en grupos de 9,300, 12,340 y 17,480 peces en cada jaula de cultivo con el fin de alcanzar un rendimiento de biomasa final de 15 kg/m³, 20 kg/m³ y 22 kg/m³, respectivamente. Los peces fueron alimentados dos veces al día (al amanecer y al atardecer) con una dieta específica para la especie. Los resultados mostraron que a la densidad de 20 kg/m³ se obtuvo un mayor peso final (314.69 ± 43.41 g), una tasa absoluta de crecimiento (1.3 g/día) y un factor de conversión alimenticia de 1.4; sin embargo, no mostraron diferencia significativa con la densidad de 15 kg/m³. Los peces sembrados a densidad más alta 22 kg/m³ registraron el menor peso final (244.02 ± 35.77 g). Todas las densidades

evaluadas mostraron una alta supervivencia (95 %) sin importar cambios de temperaturas (en ocasiones con descensos hasta 16°C). Estos resultados indican la viabilidad técnica del cultivo de pargo *Lutjanus guttatus* en jaulas flotantes.

Palabras claves: pargo, cultivo, jaulas flotantes, crecimiento, densidad

Abstract

The snapper family is an important fisheries resource in tropical and subtropical areas, and most snapper fisheries are being harvested at or beyond their maximum sustainable yield (Stickney 2000). The spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, is found along the Pacific coast from the Gulf of California to Peru, including the Galapagos Islands (Allen 1985). It is an economically important artisanal fishery along the northwest coast of Mexico. Due to their biological and market characteristics, spotted rose snappers exhibit good potential for aquaculture. Technology for spotted rose snapper spawning, larval rearing, fingerling production and grow cultivation in floating cages, using a specific balanced feed, have been developed by collective efforts of researchers in CIAD-Mazatlán and Mexican Government institutions. The aim of the present study was to evaluate the effect of different stocking densities on grow and survival of spotted rose snapper cultured in floating cages at Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México. A 240-day grow trial (February to October 2012), using three round cages: two 222 m³ (9-m diameter and 3.5 m depth) cages, and one 286 m³ (9-m diameter and 4.5 m depth) cage manufactured with high density polystyrene, galvanized steel connection, and 1” mesh polyester nets. Juveniles (39,120) from CIAD’s hatchery, weighing 14.15 ± 4.97 g were randomly distributed into groups of 9,300, 12,340 and 17,480 fish into each cage in order to reach a final biomass yield of 15 kg/m³, 20 kg/m³ and 22 kg/m³, respectively. Specific grow feed, manufactured at CIAD was offered twice a day (at sunrise and sunset) at 3% of the estimated fish biomass. Results showed that 20 kg/m³ density had a final higher weight (314.69 ± 43.41 g), best absolute growth rate (1.3 g/day) and feed conversion ratio (1.4); however, there was no significant difference with the low density 15 kg/m³. Fish stocked at highest density (22 kg/m³) showed the lowest final weigh (244.02 ± 35.77 g). All tested densities showed a high survival (95%) no mattering temperatures changes (sometimes dropped by 16°C). These findings indicate the technical viability of rearing spotted rose snapper in floating cages.

Keywords: pargus, culture,, floating caches, growth, density

Introducción

El cultivo de peces marinos en jaulas flotantes ha crecido rápidamente en las últimas décadas en Asia, Europa, Australia y América Latina. En términos de producción, el cultivo de peces en jaulas marinas es cada vez más importante en el sector pesquero y acuícola mundial, teniendo para el 2008 un nivel de producción superior a las tres mil toneladas (Masser y Bridger, 2008).

A principios de 1993, en México se inician las primeras experiencias de cultivo de pargo *Lutjanus* sp en jaulas flotantes. Mediante el esfuerzo conjunto del gobierno de Sonora y la Secretaría de pesca se impulsó la creación de tecnologías para realizar el cultivo. En el 2005, se instalaron las primeras jaulas flotantes móviles, las cuales fueron diseñadas y construidas en México para el cultivo de pargo en el estado de Michoacán, sin embargo, los organismos confinados en ellas fueron capturados del medio natural.

Debido a sus características biológicas y de mercado el pargo o “snapper” en inglés, exhibe buen potencial para su cultivo. El pez se adapta fácilmente al cautiverio y la tecnología para cerrar su ciclo de vida ha sido exitosamente desarrollada en el CIAD Mazatlán como resultado del esfuerzo colectivo de un grupo de investigadores (Ibarra-Castro & Alvarez-Lajonchere, 2011).

Recientemente con la producción de juveniles de pargo en CIAD se ha suministrado para su cultivo en jaulas instaladas en los estados de Sonora, Baja California, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, considerando que los estados del Sur presentan características de cultivo idóneas para el buen crecimiento del pargo. Los resultados que se obtengan serán fundamentales para definir estrategias específicas de cultivo para las condiciones ambientales que prevalecen en cada estado.

Las condiciones ambientales que presenta Sinaloa para la producción de pargo cultivado, impulsó la instalación de la primera unidad demostrativa de jaulas flotantes múltiples. Mediante los proyectos: SAGARPA-CONACYT Clave 109673 y fondos concurrentes de la

Hernández, C. y C. Hernández. 2013. Resultados Preliminares del Cultivo Piloto Comercial de Pargo *Lutjanus guttatus* Criado en Laboratorio y Engordado en Jaulas Flotantes en el Noroeste Mexicano.. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Alvarez-González, C. (Eds), Contribuciones Recientes en Alimentación y Nutrición Acuícola, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp. 30-41.

CONAPESCA se iniciaron las capacitaciones de diferentes grupos de pescadores ribereños: “La Unión de Pescadores de la Isla de la Piedra” y La Sociedad Cooperativa Pescadores de Medina de Barras de Piaxtla, así como interesados del sector empresarial y la comunidad académica.

Así mismo, con la Unidad demostrativa se ha realizado la validación de alimentos para las fases de pre-engorda y engorda del pargo el cual se encuentra registrado bajo una patente de CIAD. En los últimos dos años se han hecho evaluaciones de engorda que ha permitido generar información sobre el último eslabón de la cadena productiva del pargo, procesamiento de calidad bioquímica post-mortem, vida de anaquel, y finalmente la comercialización que en su conjunto validan la factibilidad técnica del cultivo del pargo. El presente estudio, muestra resultados de la engorda de juveniles de pargo producidos en laboratorio y alimentados con un alimento específico para la especie.

Métodos generales

El estudio se realizó en La Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, durante un periodo de ocho meses (Febrero a Octubre del 2012). En tres jaulas se distribuyeron 39,120 juveniles de pargo con un peso y longitud promedio de 14.15 ± 4.97 g y 10.8 ± 1.3 cm respectivamente. Se evaluaron tres densidades de siembra: dos jaulas con un volumen de 222 m^3 fueron sembradas con densidades a cosecha de 15 y 20 kg/m^3 y en la tercera jaula con un volumen de 286 m^3 se evaluó la densidad de 22 kg/m^3 .

Mensualmente se realizaron muestreos de longitud total (LT) y peso (g), para fines de la evaluación biológica. Los peces fueron capturados al azar por buzos con el uso de chinchorros formando una red de cerco. Para evitar que los peces se golpearan durante la operación de pesaje, los peces fueron sedados con una dosis de 0.3 ml L^{-1} de esencia de clavo. La mortalidad fue determinada mediante la recolección y conteo individual de los peces muertos tanto en superficie como de fondo.

Los pargos fueron alimentados dos veces al día (mañana y tarde) con una fórmula diseñada por el Laboratorio de nutrición de peces y crustáceos en CIAD, que contenía 50% de proteína y 15% de grasa y 45% de proteína y 12% de grasa para la etapa de pre engorda y engorda respectivamente. El alimento se proporcionó a una tasa inicial del 3% de su biomasa hasta reducirla al 1%, el ajuste se realizó de acuerdo a los muestreos mensuales. El tamaño de la partícula inicial fue de 3 mm de hundimiento lento y aumentó a 9 mm conforme al crecimiento del pez.

A la par del seguimiento biológico del cultivo, fue necesario diseñar un plan de trabajo para el seguimiento tecnológico del sistema de jaula (Tabla 1), el cual consistió en la creación de un programa de limpieza, ajustes, mantenimiento, reparación y reemplazos de piezas dañadas. Es importante señalar que la frecuencia para llevar a cabo las tareas de mantenimiento dependió del tipo de paño que se utilizó y de las características biológicas y meteorológicas del sitio de cultivo. Este plan fue ejecutado por los pescadores y contempló en términos generales la siguiente información:

Tabla 1. Plan de trabajo propuesto para el seguimiento tecnológico del cultivo de pargo lunarejo en jaulas flotantes

Componente de la jaula	Actividades a realizar	Periodicidad*
Sistema de servicios	Revisar estado físico de los soporte, herrajes y plataforma de servicios	Diario
Sistema de flotación	Revisar tubos de flotación	Diario
	Limpiar tubos de flotación	Dos veces al mes
Bolso contenedor	Revisar estado físico del bolso	Diario
	Revisar estado físico del lastre y aparejos	2 veces por semana
	Limpieza del bolso	Cuando se requiera
Sistema de amarres	Revisar estado físico de cabos de lastre	2 veces por semana
	Revisar estado físico de los tirantes	2 veces por semana
	Revisar estado físico de la línea de fondeo	2 veces por semana
	Revisar estado físico del distribuidor de carga	Diario
Sistema de anclaje	Revisar estado físico de cabos, cadenas, grilletes de líneas de anclaje y destorcedor	Dos veces por semana
		2 vez al mes
	Revisar estado físico del sistema de muertos	

Resultados y Discusión

El análisis del oxígeno mostró una fase de considerable oscilación. Las concentraciones de oxígeno menores o iguales a 3 mg L^{-1} son consideradas peligrosas para los peces, teniendo para este experimento una fluctuación entre 4.3 a 7.8 mg L^{-1} resultando un promedio de 5.9 mg L^{-1} .

La temperatura del agua es uno de los parámetros que influye directamente en el crecimiento de los organismos en donde su tolerancia depende de su comportamiento y hábitos en el medio natural. Los registros de temperatura del agua de este trabajo se encuentran dentro de los rangos óptimos para el cultivo de la especie, oscilando entre 18.8 y 31.0°C , Figura 1. Las temperaturas mínimas se registraron en los meses de febrero a marzo, las máximas se registraron en los meses de agosto y septiembre.

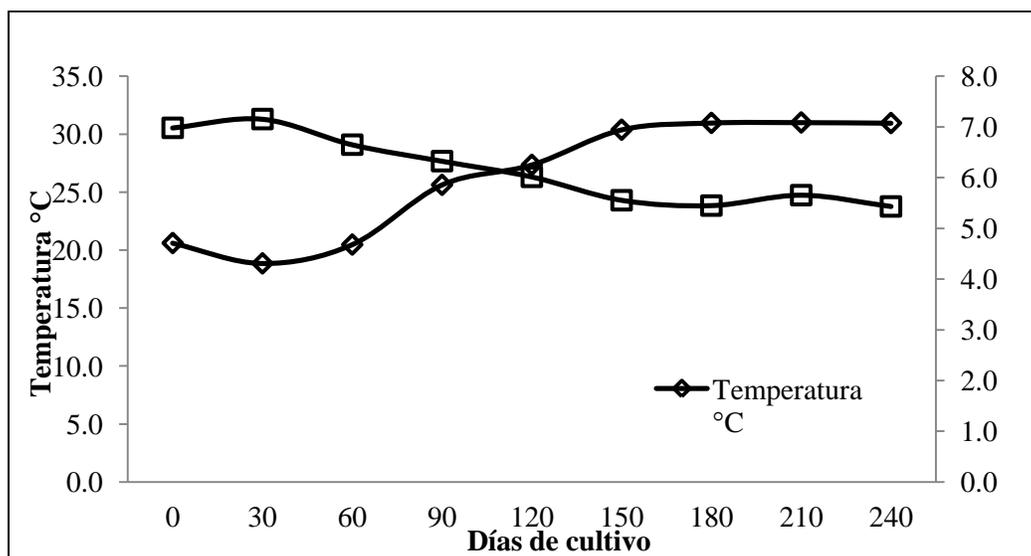


Figura 1. Fluctuación de la temperatura y oxígeno durante el periodo de cultivo

Es importante mencionar que la temperatura después del día 61 se mantuvo dentro del rango óptimo para el buen desarrollo de los peces en cultivo. No obstante, cuando se presentaron temperaturas promedio de 19.8°C durante la fase de pre-engorda, la ganancia en peso de los organismos fue considerablemente baja (Figura 2).

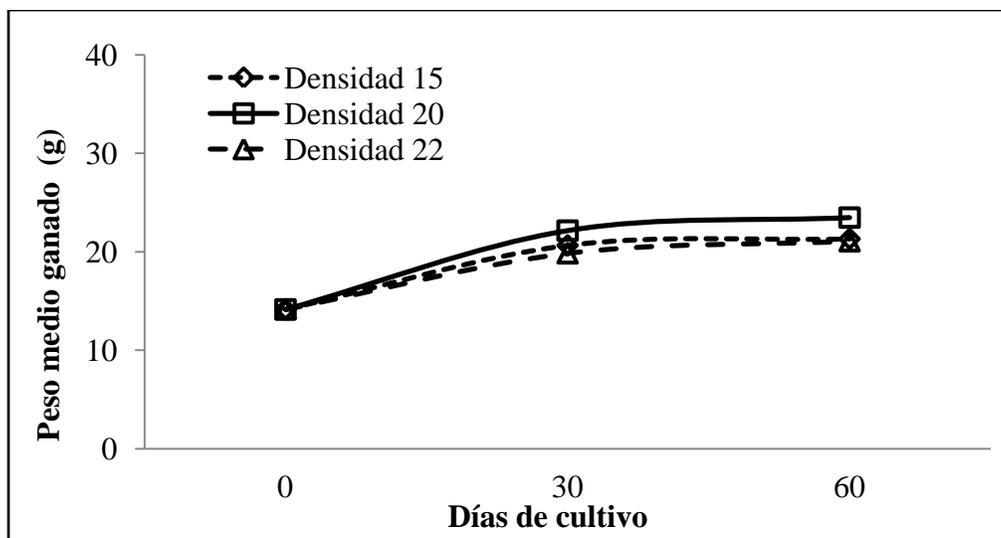


Figura 2. Peso ganado de juveniles de pargo cultivado en jaulas a temperaturas medias de 19.8 °C.

Diversos autores reportan que la temperatura promedio óptima de cultivo para el pargo es de 24-30°C (Avilés-Quevedo, 2005; Castillo-Vargasmachuca, 2007 y Ángel-Pérez, 2011). Por lo cual podemos decir que áreas donde la temperatura es superior a 25°C, pueden ser considerados como sitios potenciales para establecer el cultivo de pargo en jaulas.

Crecimiento y supervivencia de los peces

Los peces sembrados con densidad baja de 15 kg/m³ mostraron un incremento en peso de 299.3 g en un periodo de 240 días. Se registró una tasa de crecimiento específico (TCE) de 1.3% d⁻¹ y un factor de conversión alimenticia (FCA) de 1.4. Para la densidad media de 20 kg/m³ los peces crecieron 300.5 g, alcanzando un peso final de 314.7 g. Se logró una TCE de 1.3% d⁻¹ y un FCA de 1.5. Para la densidad alta de 22 kg/m³ los peces tuvieron una ganancia en peso de 229.9 g, alcanzaron un peso promedio 244.02 g, una TCE de 1.2% d⁻¹ y un FCA de 1.1. Todos los tratamientos mostraron una supervivencia del 95%.

Después de 240 días de cultivo, al comparar el crecimiento respecto a las tres densidades de siembra, se observó que el incremento porcentual en peso promedio fue mayor para la baja 15 kg/m³ y media densidad de 20 kg/m³. El crecimiento de la mayor densidad de 22 kg/m³

evaluada mostró el más bajo desempeño. Sin embargo, al inicio del cultivo (hasta el día 60) los tres lotes presentaron un crecimiento bajo, observándose un crecimiento compensatorio con el incremento de la temperatura y un patrón ascendente hasta el final del periodo aquí reportado. Por lo tanto, al final del cultivo no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) para las densidades de 15 y 20 kg/m^3 (Figura 3), sin embargo, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las densidades 15 y 20 kg/m^3 con respecto a la densidad de 22 kg/m^3 .

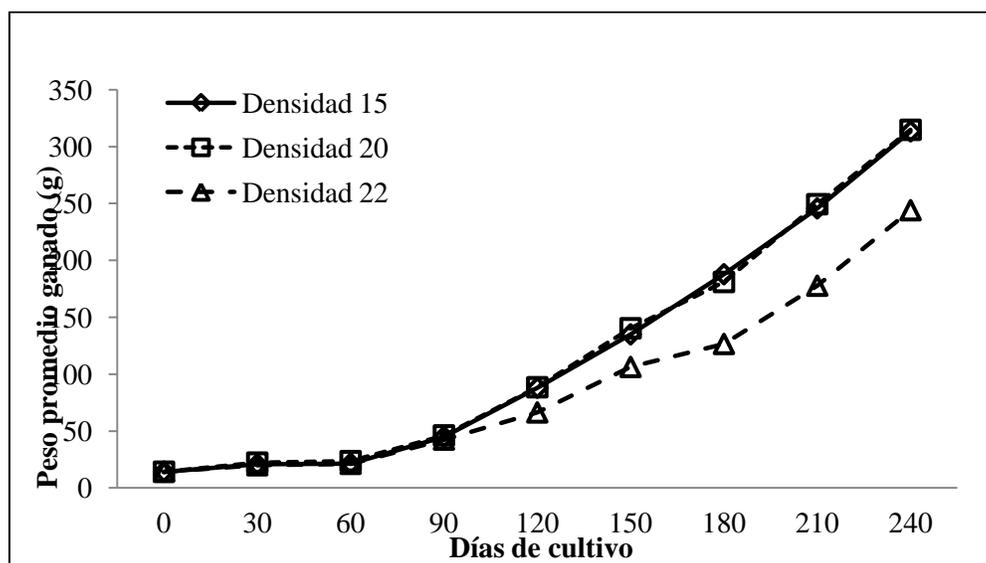


Figura 3. Tasa de crecimiento del pargo *Lutjanus guttatus* cultivado a diferentes densidades en jaulas flotantes por un periodo de 240 días.

La Tabla 2 presenta los parámetros de producción tales como: biomasa, tasa de crecimiento, factor de conversión de alimento y supervivencia. Los organismos de la jaula con mayor densidad tuvieron un menor crecimiento en longitud al final del experimento que los organismos de las jaulas con menores densidades.

Al término de los 240 días de cultivo los organismos de la jaula con mayor densidad (22 kg/m^3) tuvieron un peso significativamente menor que los de las densidades de 15 y 20 kg/m^3 . Los organismos de las jaulas de alta densidad crecieron 22% menos que los otros

tratamientos. La velocidad de crecimiento en peso más rápida de la especie se registró de 180 a 250 g en un periodo de 210 días de cultivo.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de juveniles de laboratorio de pargo lunarejo cultivado en jaulas flotantes.

Parámetros de medición	Densidades de cultivo		
	15 kg/m ³	20kg/m ³	22kg/m ³
Peso inicial (g)	14.1 ± 4.9	14.1 ± 4.9	14.1 ± 4.9
Peso final (g)	313.4 ± 41.0 ^a	314.6 ± 43.4 ^a	244.0 ± 35.7 ^b
Longitud inicial (cm)	10.8 ± 1.2	10.8 ± 1.2	10.8 ± 1.2
Longitud final (cm)	25.1 ± 1.3	25.4 ± 1.3	23.2 ± 1.4
Ganancia en peso (g)	299.33	300.54	229.87
Biomasa inicial (kg)	131.6	174.6	247.3
Biomasa final (kg)	2,768.7	3,689.1	4,052.2
Supervivencia (%)	95	95	95
FCA	1.4	1.4	1.1
TCE (% día ⁻¹)	1.3	1.3	1.2

La tasa de crecimiento específica (TCE) fue menor en la jaula con alta densidad (22 kg/m²). El factor de conversión alimenticia fue similar en las tres densidades. Con respecto a la supervivencia no se encontraron diferencias entre las tres densidades de cultivo evaluadas. Resultados similares fueron obtenidos por Castillo-Vargasmachuca (2007) para la engorda de pargo de origen silvestre en jaulas a densidades de 5,10 y 15 kg/m³.

Conclusiones

Las mortalidades registradas (5%) fueron consideradas como mínimas y aceptables debido a que se encuentran dentro de los rangos reportados para la especie en México (5%-25% y 2% por Avilés-Quevedo (2005), Castillo-Vargasmachuca (2007) y Ángel-Pérez (2011) respectivamente, en Colombia han reportados similares valores (Botero *et al.*, 2002; Benetti *et al.*, 2002). Los resultados de crecimiento registrados en este trabajo utilizando juveniles producidos en laboratorio y densidades a escala piloto-comercial no evaluadas anteriormente, son aceptables en comparación con lo reportado para el cultivo de pargo

Hernández, C. y C. Hernández. 2013. Resultados Preliminares del Cultivo Piloto Comercial de Pargo *Lutjanus guttatus* Criado en Laboratorio y Engordado en Jaulas Flotantes en el Noroeste Mexicano.. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Alvarez-González, C. (Eds). Contribuciones Recientes en Alimentación y Nutrición Acuícola, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp. 30-41.

capturados del medio silvestre y confinado en jaulas. Lo que demuestra la factibilidad técnica al intensificar el cultivo de la especie en jaulas flotantes.

Tomando en cuenta los avances del dominio tecnológico de la producción de semilla, rápido crecimiento, adaptación al cautiverio, aceptación de alimento formulado (actualmente patentado por CIAD) y un precio alto en los mercados nacionales y locales, se concluye que el pargo lunarejo presenta importantes ventajas como especie potencialmente candidata para su cultivo comercial en jaulas manejando densidades de cosecha de 15 y 20 kg/m³.

Finalmente es importante destacar que este tipo de cultivos, han despertado gran interés del sector pesquero, por lo tanto, es necesario conjuntar acciones y formalizar acuerdos entre los sectores pesquero, gobierno y academia para impulsar el desarrollo de la actividad en México, con el fin de favorecer el desarrollo económico y la diversificación del sector pesquero y acuícola del país.

Agradecimientos

Los resultados preliminares sobre el cultivo piloto comercial del pargo con el uso de jaulas flotantes en la costa de Sinaloa presentados en este escrito fueron posibles gracias al financiamiento de proyectos SAGARPA-CONACYT Proyecto clave 109673, FORDECYT clave: 147325 y fondos concurrentes por parte de la CONAPESCA. Un reconocimiento al Biólogo Alan de Jesús González, Biol. Blanca González y Biol. Patricia Domínguez por el apoyo técnico brindado en el presente trabajo.

Así mismo, al grupo de pescadores de la Unión de Pescadores de la Isla de la Piedra por su colaboración en esta Investigación.

Referencias

- Allen, G.R. (1985) FAO species catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanidae species known to date. FAO Fish Synop, 125, 208.
- Ángel, P.C. (2011). Crecimiento y supervivencia de *Lutjanus colorado* (Jordan y Gilbert, 1882) en jaulas flotantes a dos densidades de siembra. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 89 pp.
- Avilés-Quevedo. (2005). Engorda de pargo en jaulas flotantes. Memorias de la Segunda Reunión Nacional de la Red de Cultivo de Peces Marinos. 2do. Foro Internacional de Acuicultura. Un encuentro con la Biotecnología. 73-79 pp.
- Benetti, D., Matera, J.A., Stevens, O.M., Alarcón, J.F., Feeley, M.W., Rotman, F.J. Minemoto, Y., Banner, S.G., Fanke, J., Scott, Z. and Eldridge, L. (2002). Growth, Survival, and Feed Conversion Rates of Hatchery-Reared Mutton Snapper *Lutjanus analis* Cultured in Floating Net Cages. *Journal of the World Aquaculture Society*. 33(3):349-357.
- Botero, J., y Ospina, J.F. (2002). Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* (Civier) en jaulas flotantes en Islas del Rosario, Caribe Colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 31: 205-217 pp.
- Castillo-Vargasmachuca, S. G. (2007). Investigación y desarrollo de tecnologías para el maricultivo en jaulas flotantes de Lutjanidos en San Blas, Nayarit. Tesis de Doctorado. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. 181 pp.
- Ibarra-Castro, L. & Alvarez-Lajonchere, L. (2011) GnRHα induced multiple spawns and voluntary spawning of captive spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) at Mazatlan, Mexico. *J. World Aquacult. Soc.*, 42, 564–574.
- Masser – M.P. y Bridger – C.J. (2008). Estudio de la acuicultura en jaulas: América del Norte. En: M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (Eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. Pp. 107 – 131.
- Stickney, R.R. (2000) Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.