

Evaluación económica de la restricción alimenticia y cambios en la densidad en el crecimiento compensatorio de carpas koi (*Cyprinus carpio*) en sistemas de recirculación

David Martínez Espinosa,¹ Gabriel Ricardo Campos Montes¹
y Laura García Castañeda¹

Resumen. Se comparó la rentabilidad de 4 estrategias de cría relacionadas con crecimiento compensatorio en *Cyprinus carpio* con fines de ornato. Se utilizaron 960 organismos de 8 semanas de edad, distribuidos en 4 grupos que combinaron 2 densidades de siembra y 2 raciones de alimento: Densidad Baja (DB)-Alimento Óptimo (AO), DB-Alimento Restringido (AR), Densidad Alta (DA) - (AO) y DA-AR. Estas condiciones se mantuvieron durante 12 semanas, y en la semana 13 (T1) se ajustó la densidad y la alimentación a DB-AO, y se cosecharon en la semana 18 (T2). Se presentó crecimiento compensatorio parcial de T1 a T2, el peso en T2 de todas las estrategias fue inferior a DB-AO. La rentabilidad se estimó como la relación entre el ingreso (ingreso obtenido por los peces en T1 y T2) sobre los egresos (costo de peces sembrados, de alimento, infraestructura y gastos variables) de cada sistema. La estrategia con mayor rentabilidad fue DA-AO, lo anterior es explicado por la venta de peces en T1, y el mejor precio de mercado en T2, derivado del crecimiento compensatorio parcial.

Palabras claves: Carpa koi, Crecimiento compensatorio, Evaluación económica.

¹ Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco,
e-mail:maed4024@correo.xoc.uam.mx

Abstract. *The profitability of 4 strategies of breed related with compensatory growth was compared on *Cyprinus carpio* culture with ornamental purposes. A total of 960 fishes of 8 weeks of age were used and distributed in 4 groups that combined 2 growth density and 2 feed rations: low density (LD)-optimal feed ration (OF), LD-Restricted Feed Ration (RF), High Density (HD)- OF and HD-RF. These conditions were kept along 12 weeks, at the 13th week (T_1) density and feed rations were adjusted at LD-OF and the fishes were harvested on the 18th week (T_2). There was partial compensatory growth between the T_1 and T_2 , the weight at T_2 on all the strategies were lower than that of LD-OF. The profitability was estimated as the relation between the income (benefit obtained from the sales of the fishes on T_1 and T_2) and the outcome (costs of the fingerlings, food, infrastructure and variable expenses) of each system. The strategy with the highest profitability was HD-OF, because the sales of the fishes on T_1 and a better market price at T_2 , obtained from the partial compensatory growth.*

Key words: *Carpa koi, Compensatory growth, Economic evaluation.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de carpa Koi (*Cyprinus carpio*) con fines ornamentales es una actividad económicamente significativa para los piscicultores dedicados a esta rama de la producción, ya que mundialmente se comercializan alrededor de tres millones de peces al año, en tanto que en el estado de Morelos, México, la carpa koi ocupa el tercer lugar de producción en peces de ornato (Ramírez *et al.*, 2010).

En el cultivo de carpa koi, como en toda la acuicultura, la rentabilidad de una unidad de producción está determinada por los ingresos generados y por los egresos erogados para obtener el producto final. El ingreso económico de una granja piscícola está influenciado, en buena medida, por los organismos producidos en el estanque y el precio que éstos alcancen en el mercado (New, 1990; Sharma *et al.*, 1999; Iinuma *et al.*, 1999; Jiwam, 2011; Ruiz Velazco, 2011); por otro lado, la alimentación

de los organismos puede representar hasta 25% del costo total de producción (Bardach *et al.*, 1990; Chiang, 2004; De Lonno *et al.* 2006). Por tanto, la optimización del número y calidad de peces producidos y de su manejo permitiría mejorar la relación beneficio-costos en el cultivo de carpa koi.

Una estrategia para incrementar la rentabilidad de los estanques de cultivo de carpa koi es generar condiciones para aprovechar el crecimiento compensatorio como una alternativa para reducir los costos de alimento y tiempo para alcanzar la talla comercial. (Biswas *et al.*, 2006; Cho *et al.*, 2006). Este fenómeno se refiere al crecimiento excepcionalmente rápido que sigue a un periodo de crecimiento lento, como resultado de la disponibilidad restringida de alimentos, o alguna otra condición ambientalmente desfavorable (Nikki *et al.*, 2004).

La densidad poblacional en el estanque de engorda tiene relación con el rendimiento bio-económico de los mismos, dado que al utilizar bajas densidades de siembra se subutiliza el espacio productivo, sin embargo, con altas densidades de siembra suele haber un efecto negativo sobre el crecimiento y la supervivencia (Horvath *et al.*, 1992; Gomes *et al.* 2000; El-Sayed, 2002; Coulibaly *et al.*, 2007). Lo anterior está relacionado a factores como la calidad del agua, competencia por el alimento o estrés (Bagley *et al.*, 1994; Gall y Bakar, 1999; Barsellos *et al.*, 2004). Cuando se utilizan altas densidades de siembra, generalmente se realizan ajustes en la densidad poblacional, ya sea por transferencia a otros tanques o como resultado de cosechas parciales en los estanques de engorda, lo cual puede modificar las interacciones entre los peces en la competencia por el alimento (Yu y Leung, 2006).

En acuicultura, las restricciones alimenticias pueden ser el resultado tanto de una estrategia para ahorrar alimento, como de errores en la estimación de alimento o fallas en la alimentación. Cuando la alimentación se restablece en los rangos adecuados para el organismo éste presenta un crecimiento compensatorio relacionado a la hiperfagia o con una mejor utilización del alimento (Nikki *et al.*, 2004; Bavčević *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar económicamente el uso del crecimiento compensatorio relacionado a la restricción alimentaria y a los cambios en la densidad poblacional, como estrategia del cultivo de *Cyprinus carpio* en sistemas de recirculación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Sistemas Acuícolas del Departamento del Hombre y su Ambiente, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Se utilizaron 960 carpas comunes (*Cyprinus carpio*) provenientes de un criadero comercial del estado de Morelos, México. Los organismos se sembraron a las 8 semanas de edad en 4 sistemas de recirculación vertical de 3 acuarios de 70 litros cada uno y un sistema de filtración, consistente en una fase mecánica y un reservorio de 40 L con 100 biosferas inoculadas con Cycle® y una bomba sumergible con un flujo de agua de 530 L/h. Se utilizaron 2 de los acuarios en cada sistema.

Los organismos al inicio del estudio tuvieron un peso promedio de 1.31 g, una desviación estándar de 0.41 g, y fueron sembrados en dos densidades: Densidad alta con 2.21 organismos por litro (DA) y densidad baja con 1.21 organismos por litro (DB), y además recibieron dos tipos de ración alimenticia: ración óptima, 7% de la biomasa por acuario (AO), y la alimentación restringida, utilizando 3.5% de la biomasa por acuario (AR). Las combinaciones entre los tratamientos se distribuyeron de forma tal que todas quedaran representadas en cada nivel de los sistemas de recirculación, y cada tratamiento contó con dos acuarios (réplicas).

Se utilizó alimento comercial peletizado con proteína entre 45% y 52%, grasa de 14% a 16% y fibra de 1.2% a 2.5%. La alimentación se dividió en dos tomas al día, distribuidas con una diferencia de 4 a 6 horas. Semanalmente se ajustaba la cantidad de alimento a partir de la biomasa

promedio en cada tratamiento. A partir de la novena semana se ajustaron las dietas a 5% y 1.5% de la biomasa para AO y AR, respectivamente.

En la semana 12 (T1) se realizaron desdobles en los acuarios de DA, ajustándose a 1.01 organismos por litro, que fue la densidad promedio de los acuarios de DB. Los animales fueron descartados de manera alterna; es decir, el primer organismo pesado fue descartado, el segundo permaneció en el estudio, y así sucesivamente. Se obtuvieron los pesos individuales de los animales descartados y los de los que permanecieron en el estudio y se realizaron comparaciones de medias dentro de cada pecera, y entre réplicas de los tratamientos. La cantidad de alimento para todos los acuarios se estimó a partir de 5% de la biomasa de los acuarios de DB-AO. La cosecha se realizó en la semana 18 (T2), debido a que la relación del amonio (7.7 mg/L) con el pH (6.93) en los acuarios de filtración se acercó a niveles críticos (Vinatea, 2002).

Con la finalidad de detectar diferencias entre tratamientos al momento de la siembra, se realizó un análisis de varianza de un solo camino de clasificación, en tanto que para detectar diferencias entre los animales cosechados en T1 y aquellos que se mantuvieron dentro del experimento se realizó una comparación de dos medias (prueba de t). En ninguno de los dos casos se encontró diferencia significativa entre los grupos correspondientes ($P > 0.05$).

Para valorar el efecto de la densidad y la dieta sobre el crecimiento se consideró el modelo correspondiente a un diseño factorial 2×2 , utilizando el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde y_{ijkl} es la variable de respuesta (Peso corporal individual en T1 y T2), μ representa el peso promedio general por pez, α_i corresponde al efecto de la densidad i (Alta, Baja), β_j es el efecto de la dieta j (Óptima, Restringida), $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción de la densidad i y la dieta j y ε_{ijkl} es el efecto residual, iid $N(0, \text{Var } E)$.

La estimación de los costos por tratamiento se estimó como:

$$Egt = \text{Alimento} + \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$$

Donde Egt son los egresos totales en cada estrategia utilizada, el Alimento es el costo del pienso utilizado en la totalidad del periodo experimental, los Costos Fijos corresponden a los gastos por infraestructura, incluyendo los costos de peceras, tubería, muebles para las peceras y la bomba de aire, y los Costos variables incluyen el costo de los peces, medicamentos, sueldos y servicios, así como los costos erogados para el empacado y comercialización de los peces (De Lonno *et al.*, 2006).

Para estimar el ingreso económico de cada estrategia (*It*), se utilizó el precio de mayoreo en granja a partir de la talla de los individuos. La talla de cada pez se proyectó con una regresión del largo estándar (talla) sobre el peso corporal individual a partir de una muestra de organismos que consideró el rango de pesos obtenidos en T1 y T2 (Cuadro 1). Para obtener el ingreso total de cada tratamiento se consideró el ingreso por los peces cosechados en el desdoble (T1), mas el ingreso obtenido por los peces cosechados al final del periodo del estudio (T2).

La Relación Beneficio-Costo (RBC) para cada tratamiento se calculó por medio de la relación entre los ingresos totales y los egresos totales (Munansinghe, 1992; Ruiz Velazco, 2011):

$$RBC = It/Egt$$

Cuadro 1. Rangos de peso corporal y largo estándar por precio (\$MX) de mayoreo en granja de carpa Koi (*Ciprinus carpio*), en el estado de Morelos, México.

Peso corporal (g)	Largo estándar(cm)	Precio por unidad (USD)
<2.7	<4.5	1.50 (0.12)
2.8 – 4.5	4.5- 5.4	2.00 (0.16)
4.6 – 6.3	5.5- 6.4	4.00 (0.31)
6.4 –8.0	6.5- 7.4	8.00 (0.63)
8.1 – 11.8	7.5- 9.4	10.00 (0.78)
11.9 – 15.5	9.5- 11.4	15.00 (1.18)
15.6 – 18.5	11.5- 13.4	20.00 (1.57)
18.5 – 20.7	13.5- 15.4	25.00 (1.96)

El largo estándar se obtuvo a partir de una ecuación de regresión construida con una muestra de individuos.

$$\text{Largo estándar (cm)} = 2.929 + 0.566 (\text{Peso corporal})$$

Cuadro 2. Estadística descriptiva para peso corporal en carpas comunes (*Cyprinus carpio*), en 4 tratamientos diferentes de densidad en estanque y tipo de dieta.

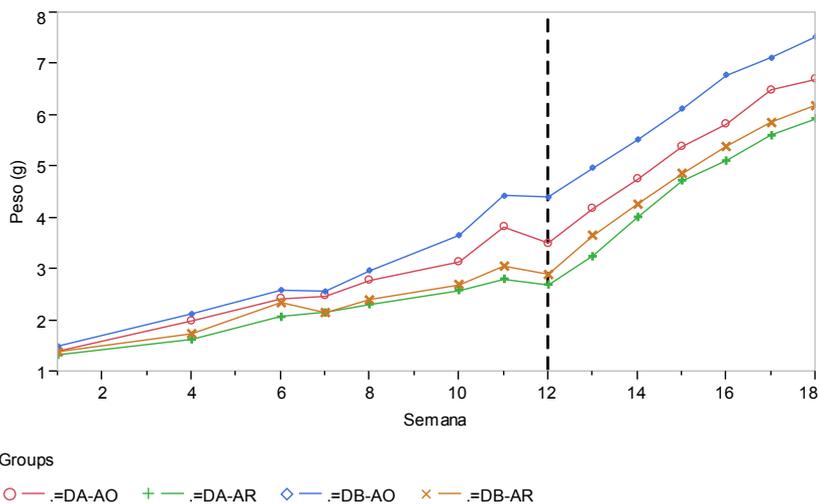
Densidad - Alimento	N	M.M.C	D. E.	Mínimo	Máximo
Peso a la siembra					
Alta – Restringido	310	1.35 ^A	0.36	0.09	2.48
Baja – Restringido	170	1.38 ^A	0.42	0.66	3.12
Alta – Óptimo	310	1.26 ^A	0.43	0.63	3.29
Baja – Óptima	170	1.32 ^A	0.42	0.71	2.80
Peso al desdoble					
Alta – Restringido	289	2.69 ^C	0.96	0.84	7.05
Baja – Restringido	165	2.90 ^C	0.98	1.02	5.99
Alta – Óptimo	294	3.51 ^B	1.39	1.11	9.06
Baja – Óptima	150	4.41 ^A	2.01	1.09	12.10
Peso a la cosecha					
Alta – Restringido	140	5.76 ^B	2.49	1.79	15.63
Baja – Restringido	133	6.34 ^B	2.33	1.78	15.85
Alta – Óptimo	145	6.71 ^{AB}	2.99	2.36	17.10
Baja – Óptima	142	7.54 ^A	3.52	2.09	20.70

M.M.C. = Media mínima cuadrática, literales distintas dentro de medición reflejan diferencias significativas ($P < 0.05$). DE = desviación estándar. Restringido = dieta de 3.5% de biomasa, Óptimo = dieta de 7% de biomasa, Alta= densidad de siembra de 2.21 organismo/l, Óptima = densidad de siembra de 1.21 organismo/l.

RESULTADOS

En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de la ganancia en peso de los organismos en el tiempo; se puede observar que en la primera etapa, previa a la eliminación de restricciones, el crecimiento es diferenciado entre las estrategias y que, una vez restauradas las condiciones óptimas de cultivo, el crecimiento es paralelo, por lo que las diferencias de la primera etapa se mantienen constantes durante la segunda etapa del estudio.

Gráfica 1. Peso corporal promedio de los 4 grupos.



DA: Densidad Alta, DB: Densidad Baja, AO: Alimentación Óptima, AR: Alimentación Restringida. Línea punteada representa el momento del ajuste de condiciones.

Los resultados muestran que en el momento del desdoble (T1) la interacción entre la densidad y la alimentación fue significativa ($P=0.002$) en el peso de los organismos. El peso corporal fue mayor en DB-AO, seguido por DA-AO ($P<0.05$), y éstos, a su vez, fueron superiores a DA-AR y DB-AR, los cuales no presentaron diferencia entre ellos ($P>0.05$), en tanto que en la etapa del experimento posterior al desdoble (T2) la interacción entre ambos factores fue significativa ($P=0.0218$); los pesos corporales en DB-AO y DA-AO no presentaron diferencia ($P>0.05$) y DB-AO fue mayor que DB-AR y DA-AR ($P<0.05$). Los resultados se sintetizan en el cuadro 2.

En el cuadro 3 se muestran los resultados del análisis económico realizado a los datos obtenidos de las diferentes estrategias. Se puede observar que las estrategias con mayores costos de producción y con mayor ingreso son DA-AO y DA-AR, es decir, aquellas que tuvieron una alta densidad de siembra inicial. En lo que respecta a la rentabilidad obtenida para cada estrategia, el orden, de mayor a menor, basado en la relación beneficio-costo fue DA-AO, DB-AO, DA-AR y DA-AR.

Cuadro 3. Ingresos, egresos (\$MX) y relación beneficio-costo en 4 estrategias de manejos de densidad y alimentario en *Ciprinus carpio* en sistemas de recirculación.

Estrategia	Egresos				Ingresos			
	Alimento	Fijos	Variables	Total	Etapa 1	Etapa 2	Total	RBC
DA-AO	87.84	51.14	603	741.98	498.5	903.5	1402	1.89
DA-AR	50.08	51.14	603	704.22	401.0	746.0	1147	1.63
DB-AO	69.71	51.14	463	583.85	0	1070.0	1070	1.83
DB-AR	38.99	51.14	463	553.13	0	771.0	771	1.39

DA = Densidad Alta, 2.21 organismos por litro, DB = Densidad Baja, 1.21 organismo por litro, AO = Alimentación Óptima, 7% de biomasa, AR = Alimentación Restringida, 3.5% de biomasa. En la *Etapa 2* = Ajuste de las estrategias a las condiciones de DB y AO, RBC = Relación Beneficio-Costo.

DISCUSIÓN

Algunos autores señalan que las altas densidades y la restricción alimenticia son factores conocidos que pueden retrasar la tasa de crecimiento en peces (Sahoo *et al.*, 2010; Bavčević *et al.*, 2010), lo que coincide con los resultados de este trabajo, donde las estrategias con alguna restricción, principalmente alimenticia, presentaron menores pesos a la cosecha, en comparación con la estrategia que mantuvo a los peces cultivados en condiciones óptimas.

Es también conocido que una alta biomasa en un estanque afecta la calidad del agua e incrementa la competencia por espacio y alimento, lo que resulta en una reducción en el crecimiento de los organismos debido a factores de estrés (Palomino *et al.*, 2001; Arnold *et al.*, 2006; Araneda *et al.*, 2008; Cuvín-Aralar, 2009; Lupatsch *et al.*, 2010). Por otro lado, la restricción alimenticia tiene un efecto directo sobre el desarrollo de los peces, principalmente en juveniles, que en caso de abarcar largos periodos reduce la posibilidad de que se presente crecimiento compensatorio al momento de restituirse la alimentación adecuada (Ali *et al.*, 2003; Zhu *et al.* 2005; Delgado-Vital *et al.* 2009; Bavčević *et al.* 2010). Es decir, que las condiciones restrictivas hacen que exista un retraso en el crecimiento y es de esperarse que el cambio a condiciones favorables genere un crecimiento compensatorio (Rose *et al.*, 2001; Bavčević *et al.* 2010), que para nuestro caso fue parcial debido a que en ninguno de los tratamientos se rebasó el peso del tratamiento DB-AO (Ali *et al.*, 2003), aunque éstos recuperan la velocidad de crecimiento una vez restauradas las condiciones óptimas, lo cual puede explicarse como resultado del largo periodo de restricción al que fueron sometidos los peces (Bavčević *et al.* 2010).

En lo que respecta a los costos de producción, las estrategias con alta densidad (DA) fueron mayores que las de baja densidad (DB) debido a la combinación del costo inicial de los peces y el alimento utilizado. Por otro lado, el uso de restricciones alimentarias se reflejó en un menor uso del alimento, que es uno de los principales insumos en acuicultura

(Iinuma *et al.*, 1999, Chiang, 2004; De Lonno *et al.* 2006), sin embargo, este manejo tuvo efecto detrimental en el crecimiento, lo cual es concordante con lo mencionado por otros autores (Ali *et al.*, 2003; Bavčević *et al.* 2010).

Los ingresos generados por las estrategias con DA fueron mayores que los de DB, esto debido a que los peces vendidos en la etapa de pre-cosecha representaron más de 50% de los costos totales, a pesar de que fueron animales de bajo precio de mercado (\$2.8 y \$3.4 para DA-AR y DA-AO, respectivamente), lo que implicó una capitalización parcial durante el proceso de crecimiento. Por otro lado, los peces del sistema DB-AO obtuvieron un precio 70% (\$7.5) superior, con respecto a los de la estrategia DB-AR (\$5.8) debido a su mayor tamaño, explicado por la alimentación óptima, lo que se reflejó en un mayor ingreso total del sistema DB-AO.

Se puede observar que la estrategia de mayor rentabilidad es la de DA-AO, seguida por la estrategia de DB-AO, es decir, que las estrategias más rentables son aquellas en las que la alimentación se mantuvo en niveles de dosificación óptimos para satisfacer las necesidades biológicas de los organismos. Sin embargo, a pesar de que los peces producidos en la estrategia DA-AO no lograron desarrollar un crecimiento compensatorio total y alcanzar un mejor precio de mercado con respecto a DB-AO, la RBC de esta estrategia fue mejor que la estrategia DB-AO, explicado principalmente por la venta de peces en la primera etapa.

En resumen, la estrategia que generó los mayores egresos, ingresos y RBC fue DA-AO debido a las condiciones en cada una de las etapas del estudio. Durante la primera etapa se obtuvo la venta de animales en la pre-cosecha, además de un mejor crecimiento obtenido por la alimentación óptima, lo cual incrementó los egresos; durante la segunda etapa, los organismos iniciaron con un mejor peso y el crecimiento compensatorio parcial obtenido permitió vender animales a un mejor precio.

CONCLUSIÓN

El objetivo de la producción acuícola es obtener la máxima ganancia al mínimo costo (insumos) para maximizar los rendimientos. Los resultados de este estudio sugieren que la estrategia de cultivo más rentable sería aquella que maneje altas densidades con pre-cosecha, para aprovechar el crecimiento compensatorio parcial, y raciones alimenticias óptimas, ambos factores implican una mayor inversión, en peces y alimento, pero se obtienen un mayor número de peces a un mejor precio, además de que permite optimizar el uso de la infraestructura, al utilizar durante mayor tiempo la capacidad productiva del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali, M. *et al.*, 2003, "Compensatory growth in fishes: a response to growth depression", en *Fish and fisheries*, 4(2): 147-190.
- Araneda, M. *et al.*, 2008, "White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight", en *Aquaculture*, 283(1-4): 13-18.
- Arnold, J. *et al.*, 2006, "Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: An evaluation of stocking density and artificial substrates", en *Aquaculture*, 261(3): 890-896.
- Bagley, J. *et al.*, 1994, "A genetic evaluation of the influence of stocking density on the early growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)", en *Aquaculture*, 121(4): 313-326.
- Bavčević, L. *et al.*, 2010, "Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length", en *Aquaculture*, 301(1-4): 57-63.
- Barcellos, J. *et al.*, 2004, "Nursery rearing of jundia, *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement", en *Aquaculture*, 232: 383-394

- Biswas, G., 2006, "Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, an rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing", en *Aquaculture*, 254(1-4): 211-218.
- Chiang, F. *et al.*, 2004, "Technical efficiency analysis of milkfish (*Chanoschanos*) production in Taiwan-an application of the stochastic frontier production function", en *Aquaculture*, 230(2004): 99-116.
- Cho, H. *et al.*, 2006, "Effect of feeding ratio on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed extruded pellets during the summer season", en *Aquaculture*, 251(1): 78-84.
- Coulibaly, A. *et al.*, 2007, "First results offloating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: effect of stocking density on survival and growth rates", en *Aquaculture*, 263: 61-67.
- Cuvin, M. *et al.*, 2009, "Cage culture of the Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) at different stocking densities in a shallow eutrophic lake", en *Aquaculture Research*, 40(2): 181-187.
- Delgado, F. *et al.*, 2009, "Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano", en *Avances en investigación agropecuaria*, 13(2): 55-70.
- El, A., 2002, "Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed conversion efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry", en *Aquaculture Research*, 33: 621-626
- Gall, G. y Y. Bakar, 1999, "Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia", en *Aquaculture*, 173(1-4): 197-205.
- Gomes, C. *et al.*, 2000, "Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxa *Bryconcephalus* (Characidae), in ponds", en *Aquaculture*, 183: 73-81.
- Horvath, L. *et al.*, 1992, *Carp and Pond fish culture*, John Wiley and Sons, Nueva York-Toronto.
- Iinuma, M. *et al.*, 1999, "Technical Efficiency of carp pond culture in peninsula Malaysia: an application of stochastic production frontier and technical inefficiency model", en *Aquaculture*, 175: 199-213.

- Jiwaya, W., 2011, "The effect of stocking density on yield, growth, and survival of Asian river catfish (*Pangasiusbocourti* Sauvage, 1880) cultured in cages", en *Aquaculture International*, 19: 987-997.
- Lupatsch, I. et al., 2010, "Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchuslabrax*", en *Aquaculture*, 298(3-4): 245-250.
- Munansinghe, M., 1992, *Environmental Economics and Valuation in Development Decision Making*, World Bank, Washington D.C.
- New, B., 1990, "Freshwater prawn culture: a review", en *Aquaculture*, 88: 99-143.
- Nikki, J. et al., 2004, "Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchusmykiss* (Walbaum), held individually", en *Aquaculture*, 235(1-4): 285-296.
- Palomino, G. et al., 2001, "Density and water Exchange-dependent growth and survival of *Litopenaeus setiferus*postlarvae", en *Journal of the world aquaculture society*, 32(2): 167-176.
- Rose, A. et al., 2001, "Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis", en *Fish and fisheries*, 2(4): 293-327.
- Ruiz, J., 2011, *Modelo bioeconómico para el análisisde riesgo del cultivo intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)*, Tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México.
- Sahoo, K. et al., 2010, "Stocking density-dependent growth and survival of Asian sun catfish, *Horabagrusrachysoma* (Gunther 1861) larvae", en *Journal of applied ichthyology*, 26(4): 609-611.
- Sharma, R. et al., 1999, "Economic efficiency and optimum stoking densities in fish polyculture: an application of data envelopment analysis (DEA) to Chinese fish farm", en *Aquaculture*, 180(3-4): 207-221.
- Yu, R. y P. Leung, 2006, "Optimal partial harvesting schedule for aquaculture operations", en *Marine resource economics*, 21(3): 301-315.
- Zhu, X. et al., 2005, "Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassiusauratusgibelio*, and Chinese longsnput catfish, *Leiocassislongirostris*, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding", en *Aquaculture*, 241(1-4): 235-247.