

Análisis de un ciclo de producción en una granja familiar productora de poecílicos en el estado de Morelos

Eduardo Maya Peña¹, Samuel Marañón Herrera¹ y Nancy I. Sánchez Caracheo¹

Resumen. *La piscicultura de ornato es una de las principales actividades económicas del estado de Morelos, siendo los poecílicos la familia de peces más cultivados en las granjas. El objetivo del presente trabajo fue estimar la eficiencia de un ciclo de producción de poecílicos en una granja familiar. Se analizaron cada semana los siguientes parámetros: amonio, nitratos, nitritos, oxígeno disuelto, temperatura y pH. Para estimar el tamaño de la producción se consideró el 20% de mortalidad y una fertilidad promedio de 20 organismos por hembra. Los resultados se obtuvieron con 843 hembras, predominando el pez molly (61.9%) y siendo el pez cola de espada el más escaso (5.7%). Se estimaba que al finalizar el ciclo de producción se obtuvieran 13,488 individuos, difiriendo de la cosecha final, en donde se obtuvieron 7,282, equivalente al 54.1%. La calidad de agua no fue adecuada, ya que los componentes de nitrógeno se encuentran por encima de los niveles permisibles y el oxígeno se encuentra en los niveles mínimos. Se concluye que la rentabilidad del ciclo de*

¹ Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

producción fue afectada de manera negativa por el manejo de la granja.

Palabras clave: *estado de Morelos, poecílicos, granja familiar, economía rural.*

Abstract. *The ornamental fish culture is one of the main economic activities at the Morelos State, being the Poeciliidae family the most cultivated at the fish farms. The objective of the present work was to estimate the efficiency of a cycle production in a family farm. Were analyzed every week the following parameters: ammonium, nitrates, nitrites, dissolved oxygen, temperature and the pH. To estimate the production size were consider 20% of mortality and a fertility average of 20 organisms for female. Results show were obtained 843 females, prevailing the molly fish (61.9%) and the swordtail fish the scarcest (5.7%). Was considered that when concluding the production cycle 13,488 individuals will being obtained, differing of the final crop where 7,282 were obtained, equivalent to 54.1%. The quality of water was not adapted, since the nitrogen components are above the permissible levels and the one oxygenates it is in the minimum levels. It was concluded that the profitability of the production cycle was affected in a negative way by the handling of the farm.*

Key words: *Morelos State, poeciliid fishes, family farm, rural economy.*

Introducción

Una de las alternativas que elevan la calidad de vida en el medio rural es la diversificación de las actividades productivas (Pillay, 1997), entre la gama de alternativas pecuarias la piscicultura de ornato es una opción viable en el estado de Morelos, ya que el piscicultor cuenta con una producción de subsistencia, que si bien no le

permite acceso a mejorar directamente su dieta, sí aumenta sus ingresos económicos para cubrir sus necesidades básicas. Además de ser una alternativa productiva para retener el uso del suelo orientado a la producción pecuaria en lugar de venderla para uso urbano, lo que permite conservar sus recursos, custodiar su cultura y desarrollar nuevas fuentes de trabajo y con ello evitar la emigración a las ciudades.

Dos eventos influyeron en forma significativa en las tendencias de producción de peces de ornato en el país: la devaluación del peso en diciembre de 1994 y el surgimiento de una economía contraída. Se estima que en el año de 1993 México importó más de nueve millones de peces con un valor de \$6,430 millones y durante el año de 1994 las importaciones ascendieron a más de 10 millones de peces cuyo valor representó \$9,478 millones (NAFINSA, 1994). En contraste, se estima en el mercado nacional que el 80% de las existencias de peces de ornato eran de origen extranjero hasta antes de la devaluación de la moneda (Martínez *et al.*, 2004). El impacto de la restricción económica en la importación de peces fue inmediato, ocasionando una marcada disminución en la demanda.

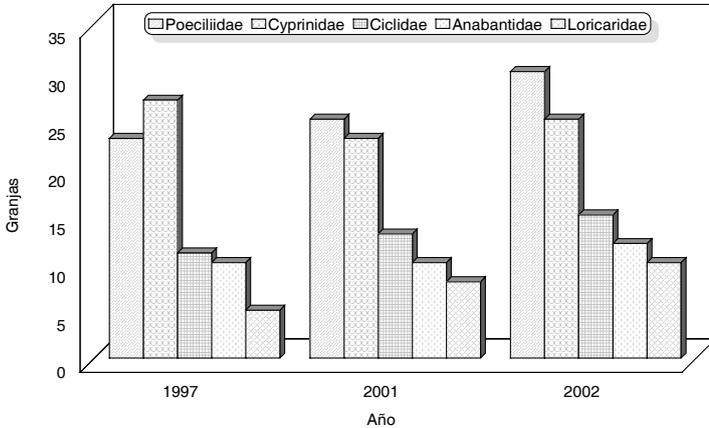
La situación anterior, ocasionó un deslizamiento favorable para la actividad de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos, ya que si se considera que por su ubicación geográfica, la cantidad y calidad de sus recursos hídricos, la variedad de patrones climáticos, el número de granjas piscícolas, pero principalmente por su cercanía con el más importante mercado nacional de peces de ornato, la Ciudad de México, se tendría que considerar al estado de Morelos en una situación comercial envidiable para el cultivo de peces de ornato.

Un indicador emergente que muestra el acelerado desarrollo de la piscicultura de ornato en Morelos, a partir del último lustro de la década de los noventa, es la aparición de nuevas unidades de producción, dentro de un tiempo relativamente corto, ya que para 1993 se tenían registradas a 12 granjas (Sánchez, 1994), incrementándose, según los registros de la Asociación de los Productores de Peces de Ornato del Estado de Morelos (APPOEM), hasta llegar a 42 para la fecha actual; aunque la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) registra 67 granjas (SEMARNAT, 2002).

De acuerdo con los registros de la APPOEM, en el año de 1997 la producción estimada fue de cinco millones de crías y la especie más cultivada fue la carpa dorada (*Carassius auratus*), seguido por el guppy (*Poecilia reticulata*) y la molly (*Poecilia sphenops*). Para el 2001, la producción se incrementó a nueve millones de crías, emergiendo como la especie más importante el guppy seguido por la molly y la carpa dorada. Para el año 2002, la producción estimada fue de 14 millones de crías y el guppy se mantuvo como la especie más cultivada, al igual que en el 2003, donde se registró un volumen de producción de 16.5 millones de crías, que representa una derrama económica de \$25.9 millones, situación que ratifica al estado de Morelos como el principal productor de peces de ornato en la República Mexicana (Martínez *et al.*, 2004).

Es importante señalar que en el estado de Morelos, la familia de peces de ornato más ampliamente cultivada es la de *Poeciliidae*, como se muestra en la figura 1, siendo sus mejores representantes el guppy y la molly, además del platy (*Xiphophorus maculatus*) y el pez espada (*Xiphophorus helleri*), ya que la mayor parte de los estanques de las granjas son pequeñas, menores a los 5,000 m² (Martínez *et al.*, 2005).

Figura 1. Principales familias de peces cultivados en el estado de Morelos.



Entre los factores que han ocasionado que los poecílicos tengan una amplia aceptación en el sector productivo, destacan: sus características morfológicas, la facilidad de su reproducción, un ciclo de vida corto, son resistentes al manejo y desde el punto de vista financiero, no requieren de grandes extensiones de terreno y su costo de producción es relativamente bajo, con respecto al cultivo de otras especies de ornato.

En el estado de Morelos los pequeños productores de peces de ornato con limitaciones de espacio y capital instalan cultivos en granjas de traspatio, con el objeto de tener un ingreso familiar, así como una forma de ahorro. A pesar de que un amplio estrato de la población rural de bajos recursos practica esta actividad, no se cuenta con la información que permita saber el potencial de esta modalidad acuícola, sobretodo utilizando las cuatro principales especies de poecílicos: el guppy, la molly, el platy y el pez espada.

El objetivo del presente trabajo fue estimar la eficiencia de un ciclo de producción de poecíldos en una granja familiar de traspatio, ubicada en Jojutla, Morelos.

Descripción de la granja

La unidad de producción se encuentra ubicada en el kilómetro 7 de la carretera federal Jojutla-Tequesquitengo, en el Municipio de Jojutla, al sur del estado de Morelos (18° 37' N, 99° 11' W) a una altitud de 895 m.n.s.m. El clima de la región es cálido-subhúmedo con lluvias en el verano y un porcentaje invernal menor de 5%, su precipitación pluvial media anual es de 822.6 mm, la máxima oscila entre 190 y 200 mm en septiembre y la mínima se registra en los meses de febrero, marzo y diciembre, con un valor menor a 5 mm. La temperatura media anual varía de 24° a 26°C, la más alta oscila entre 26° y 27°C, que se presenta en mayo, mientras que la más baja se encuentra entre 20 y 21° C en enero y diciembre (Gobierno de Morelos, 1981).

La granja familiar se puede denominar de traspatio y forma parte de un conjunto habitacional, de la cual dependen ocho personas. La unidad de producción tiene 12 estanques: ocho con capacidad de $28 \pm 2 \text{ m}^3$, que son empleados para el crecimiento y cuatro más de 1.5 m^3 , que son utilizados para la reproducción. Los estanques son rústicos y están cubiertos con plástico para invernadero.

Trabajo de campo

Con el objeto de seleccionar a los parentales, se vaciaron los cuatro estanques de reproducción y se separaron los peces, maduros sexualmente, por especie y sexo.

Posteriormente, en un estanque se implementó la reproducción en una proporción de tres machos por una hembra durante un mes. Al finalizar, fueron seleccionadas hembras con un estado grávido similar que se trasladaron al interior de una "maternidad" o caja de malla hasta la obtención de los juveniles. Durante una semana las crías se recolectaron diariamente y se trasladaron a dos estanques de crecimiento.

Con el objeto de describir la eficiencia de la producción se contabilizó el número de hembras en edad reproductiva por especie, al inicio de la evaluación, así como el número de organismos en talla comercial mínima (1.5 cm), al finalizar el ciclo de producción.

Para contar con un punto de referencia se estimó por semana, durante la mañana y por la noche, la calidad del agua, dándole seguimiento a los dos estanques de crecimiento ya citados, registrándose los siguientes parámetros fisicoquímicos: amonio, amoniaco, nitratos, y nitritos (kit marca Hatch); temperatura (termómetro digital, Corning; $\pm 1^{\circ}\text{C}$), pH (potenciómetro digital, Ohaus; ± 0.2) y oxígeno disuelto (oxímetro digital, YSI; ± 0.01 mg/l).

La producción se estimó de acuerdo con dos parámetros: 1) La fertilidad de las hembras, que se estimó con un promedio mínimo de 20 crías, de acuerdo con Andrews y Carrington (1986) y Dawes (1991), desde el inicio y hasta el término de su etapa reproductiva; 2) La mortalidad, estimada con los registros reportados por Velazco (1997) para una granja rústica, quien considera el 20% como una mortalidad apropiada para operar la producción.

Resultados

Capital biológico

El ciclo de producción se estimó con un total de 843 hembras de poecílicos en edad reproductiva distribuidas en cuatro especies, como se aprecia en el cuadro 1, de las cuales la molly es la que presentó la mayor proporción (61.9%) y por el contrario, el pez espada fue el más escaso (5.7%); mientras que el guppy y el platy se presentaron casi con la misma frecuencia (17.6 y 14.8%, respectivamente).

Cuadro 1. Eficiencia de un ciclo producción en una granja familiar de traspatio en Jojutla, Morelos

Especie	Nombre común	Hembras maduras	Producción estimada (n)	Producción observada (n)	Porcentaje de machos (%)	Eficiencia (%)
<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	148	2,368	1,144	24.6	48.3
<i>Poecilia sphenops</i>	Molly plata	522	8,352	4,350	30.2	52.1
<i>Xiphophorus helleri</i>	Espada	48	768	618	11.7	80.5
<i>Xiphophorus maculatus</i>	Platy	125	2,000	1,170	17.5	58.5
Total		843	13,488	7,282		54.1

Producción de peces

De acuerdo con la relación anterior, se estimó una producción de 13,488 individuos, difiriendo significativamente de la producción observada, ya que la eficiencia de la granja de traspatio para la producción de poecílicos fue del 54.1%, en general. Sin embargo, al analizar

la eficiencia por especie se observó que los peces del género *Xiphophorus* presentan las mayores eficiencias, en particular el pez espada.

La producción también puede ser analizada en función de la proporción de sexos, ya que en el caso del guppy y el pez espada, el dimorfismo sexual concede mayores ventajas comerciales a los machos con respecto a las hembras; en el presente estudio se registraron 24.6 y 11.7% de machos para estas dos especies, respectivamente, por lo cual su rentabilidad es mayor. Por el contrario, en el caso de la molly y el platy, el dimorfismo sexual no es visible y por lo tanto no es relevante, desde el punto de vista comercial.

Calidad de agua

Las mediciones de las concentraciones de nitritos, nitratos y amonio, se mantuvieron por encima de los niveles aceptables, como se aprecia en el cuadro 2. Por el contrario, la concentración de oxígeno se encuentra en los niveles mínimos. Por lo cual, las condiciones de la calidad de agua en los que se desarrolló el cultivo de poecílidos en la granja de traspatio no fueron las adecuadas.

Los indicadores de la calidad del agua no difieren significativamente durante los tres meses en que se realizó la evaluación; al igual que los parámetros estimados en el día y la noche, a excepción del oxígeno y de la temperatura que se registran son ligeramente menores durante la noche. El pH es ligeramente ácido y se halla por debajo de los requerimientos deseados.

Cuadro 2. Condiciones físico-químicas del agua durante el ciclo evaluado

	NH ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	pH	Tempe- ratura (°C)	Oxígeno (mg/l)
*	0.02 - 0.5	0.2 - 5.0	< 1000	7.0 - 9.0	24 - 28	mínimo 3.0
Mayo **	0.7 - 0.9	6 - 7	1500 - 1600	6.5	26 - 28	3.8 - 4.2
	0.7 - 0.9	6 - 7	1500 - 1600	6.5	25 - 27	2.5 - 3.2
Junio **	0.8 - 0.9	5 - 6	1400 - 1700	6	26 - 27	3.6 - 4.1
	0.8 - 0.9	5 - 6	1400 - 1700	6	26 - 27	2.6 - 3.9
Julio **	0.8 - 0.9	6.5 - 7	1500 - 1800	6.5	26 - 28	2.6 - 4.0
	0.8 - 0.9	6.5 - 7	1500 - 1800	6.5	26 - 27	2.0 - 3.4

* Requerimientos deseables para el desarrollo de los poyocillos. Los componentes de nitrógeno son citados por Losordo *et al.*, (1998) y el resto de los parámetros por Andrews y Carrington (1988).

** Para cada uno de los meses se presentan las estimaciones durante el día, en color claro, y la noche, en color oscuro.

Discusión

La comercialización de los poecílicos en el estado de Morelos coincide con una tendencia a nivel internacional, ya que se considera a Singapur el mayor exportador de peces de ornato en el mundo (Bassler, 1994) y éste tiene como sustento la producción de esta familia de peces (Lim *et al.*, 1992). Fernando y Phang (1985) señalaron la importancia que tenían para la economía del citado país, ya que a principios de la década de los 80 se comercializaron al menos 200 especies ornamentales, siendo los poecílicos los peces más importantes por su volumen de producción y la cantidad de divisas que generaba. En otros países como Sri Lanka, el cultivo de poecílicos, no tan solo ha permitido subsistir a comunidades rurales o semirurales, sino que les ha permitido generar divisas cercanas a los ocho millones de dólares debido a la exportación a 59 países (Wijesekara y Yakupitiyage, 2001).

El cultivo de poecílicos es una alternativa para mejorar la economía rural del estado de Morelos, además de ser una opción real de ingresos ante el deterioro de la producción de la tierra de labranza y las fallas en los programas oficiales de acuicultura con especies comestibles (Martínez *et al.*, 2004). Los requerimientos ambientales y la calidad del agua son factores relativamente fáciles de manejar y sencillos de implementar, para que este cultivo sea llevado a cabo por familias campesinas, que en algunos casos han tenido respaldo financiero del Gobierno Estatal.

El proceso productivo de las granjas familiares de peces de ornato está sustentada por la producción de poecílicos, debido a la facilidad de manejo y reproducción, mantenimiento, alto potencial biótico y, sobre todo, su demanda en el mercado. Por esta razón, es posible

asegurar un ingreso para la manutención familiar, además de crear un capital que les permita diversificar los productos que requieren de mayor cuidado e inversión.

Sin embargo, al analizar los resultados de la granja familiar estudiada, se puede constatar que la cosecha fue pobre y la razón se simplifica al manejo deficiente del proceso de producción de la granja; como es la inadecuada calidad del agua y el manejo inapropiado de los parentales.

Los requerimientos ambientales para los poecílicos en condiciones controladas, recomendadas por Andrews y Carrington (1988), son: un pH entre 7 y 9; una temperatura entre 24 y 28 °C; la concentración óptima de oxígeno disuelto oscila entre 3 mg/l hasta el nivel de saturación, según la región geográfica; y agua semidura (100 - 180 ppm de calcio). A excepción de la temperatura, los requerimientos de los peces en los estanques se encuentran en los niveles mínimos. Losordo *et al.*, (1998) mencionan que para tener un cultivo en buenas condiciones se requiere que los niveles de amonio se encuentren entre 0.02 - 0.5 mg/l y los nitritos entre 0.2 y 5.0 mg/l. Los resultados en la presente investigación indicaron que la concentración de los componentes de nitrógeno se encuentra por encima de los niveles óptimos, particularmente los de amonio; por el contrario, la concentración de oxígeno se encuentran en los niveles mínimos, lo anterior indica que la cantidad de materia orgánica que se encuentra en los estanques es mayor a la que se puede oxidar en esas condiciones.

El manejo de los estanques está supeditado solamente a la reposición del agua que se evapora, es decir no existe filtración, ni aireación. El manejo de los peces está caracterizado por la recolección diaria de las crías que inmediatamente son colocadas en los estanques destinados para su crecimiento. Tampoco existe un registro del stock de reproductores, ni de lo que se

siembra, mucho menos un control en la alimentación y la calidad del agua no es analizada.

El manejo de la reproducción en la granja analizada es inadecuado, ya que el piscicultor selecciona los peces más vistosos y supone que si los utilizan como parentales la descendencia heredará las características deseadas, ocasionando consanguinidad de generaciones que a menudo resultan en la homocigocidad de genes desfavorables, producto de una depresión endogámica. Esta situación conlleva a reducir la variabilidad genética de la población al seleccionar y limitar el tamaño de la población; peor aún, es el hecho de que los reproductores puedan ser seleccionados de individuos emparentados, tal vez hijos de los mismos progenitores (FAO, 1980). Farr (1981) menciona que en poblaciones donde no existe aporte de nueva información genética y las retrocruzas son frecuentes, la población tiende a disminuir su vigor y como consecuencia disminuye su sobrevivencia y altera en gran medida la proporción de sexos.

Teóricamente se había considerado alcanzar una producción de alrededor de 13,468 organismos y sólo se cosecharon 7,282 organismos, es decir, se obtuvo una eficiencia del 54.1%. Si la producción se analiza en términos económicos los resultados son poco alentadores, ya que el valor total de la cosecha que se esperaba era de \$17,508.00, considerando que los peces se comercializaron en \$1.30, en general, y lo que en realidad se recaudó fue \$9,466.60, es decir, \$8,041.00 menos.

Un escenario que consideraron los socios de la granja fue la posibilidad de mantener a los peces un mayor tiempo en el estanque para que alcanzaran a desarrollar todas las características ligadas al sexo y de esta forma aumentar el ingreso por la venta, ya que el precio de los machos del guppy y el pez espada es mucho mayor que el de las hembras, en especial la prime-

ra especie que puede alcanzar un precio hasta de \$3.00, en tanto que la hembra tiene un precio entre \$0.50 y \$1.00; mientras que para el pez espada el macho alcanza hasta un precio de \$2.50 y la hembra entre \$1.50 y \$2.00. Sin embargo, la baja proporción de machos del guppy (24.6%) y el pez espada (11.7%), aunada a la baja supervivencia determinó que la mejor estrategia era comercializar a los peces a una talla más pequeña.

La eficiencia del manejo del ciclo de producción de los poecílicos en la granja familiar fue deficiente, ya que es empírico y rústico, con escaso control sobre la selección de las cualidades fenotípicas que los poecílicos deben tener, pues se trata de especies domesticadas que requieren de un mayor control para conservar sus linajes. Las prácticas deficientes se manifestaron en variedades de baja productividad con una menor sobrevivencia de los peces y en una mayor proporción de hembras, repercutiendo sobre el margen de ganancia que la familia esperaba.

El proceso productivo en la zona rural de Morelos puede ser modificado para mejorar la productividad en las granjas familiares, invirtiendo el mismo trabajo y capital. Es decir, la estrategia de reproducción debe ser diseñada en forma sencilla, barata y accesible al productor, de tal forma que se sugieren dos procedimientos: el primero, consiste en evitar las retrocruzas y a la par, el piscicultor debe procurar el intercambio de reproductores con granjas vecinas, ya que de esta forma se aporta información genética nueva; el segundo procedimiento consiste en mantener a los mismos reproductores pero procurando que los machos solo sean "cruzados" con las hijas y no con sus hermanas o sus madres, ya que de esta forma se fijan los caracteres inherentes al sexo, como el color, sin afectar de manera sustancial el vigor genético (FAO, 1980). Otro aspecto importante es mejorar la calidad de agua mediante

recambios de agua semanales o bien mediante la instalación de filtros. Con estas medidas el manejo de los poecílicos mejorará y se verá reflejado en una mayor sobrevivencia y un mayor porcentaje de machos.

Se concluye que a pesar de que el proceso productivo no fue eficiente, sí es satisfactorio para la economía familiar, ya que les permite cubrir las necesidades básicas, que las actividades de labranza ya no les permitían alcanzar.

Referencias

- Andrews C. y N. Carrington. 1988. *The interpet manual of fish health*. Salamander books. 208 pp.
- Bassleer, G. 1994. The international trade in aquarium / ornamental fish. *Infofish International* 5:15-17.
- Dawes, J. 1991. *Livebearing fishes*. Blandorf, England. 239 p.
- FAO, 1980. *Conservación de los recursos genéticos de los peces: Problemas y recomendaciones*. Informe de la consulta de expertos sobre los recursos genéticos de los peces. FAO. Doc. Téc. Pesca (217). 42 p.
- Farr J. 1981. Biased sex ratios in laboratory strains of guppies, *Poecilia reticulata*. *Heredity* 47 (2): 237-248.
- Fernando, A. y V. Phang. 1985. Culture of the guppy, *Poecilia reticulata* in Singapore. *Aquaculture* 51: 49-63.
- Gobierno de Morelos, 1981. *Síntesis Geográfica del estado de Morelos*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 76 pp.
- Lim, B., Phang, V. y P. Reddy. 1992. The effects of shorts-term treatment of 17a-Methyltestosterone and 17b-estradiol on growth and sex ratio in the red variety of swordtail, *Xiphophorus helleri*. *J. Aquaculture Tropical* 7: 267-274.
- Losordo, T.; Masser. M. y J. Rakocy, 1998. Recirculating aquaculture tank production systems. An overview of critical considerations. *Southern Regional Aquaculture Center Publication* (SRAC) No. 451.

- Martínez, D., Marañón, H. y A. Cárdenas. 2004. Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos. *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 5(8): 69-75.
- Nafinsa. 1994. *Datos del banco de información para estudio de mercado*. 58 pp.
- Pilley T. 1997. *Acuicultura. Principios y práctica*. Limusa, México. 399 pp.
- Sánchez, M. C. 1994. *Cultivo de peces de ornato*. SEPESCA-CIQRO (Editores). México, D. F. 29 pp.
- SEMARNAP (Secretaría de Marina, Recursos Naturales y Pesca). 1999. *Anuario Estadístico de Pesca*. México. 244 pp.
- Velazco E. 1997. Evaluación bioeconómica de un policultivo de peces de ornato: *Lebistes reticulata*, *Xiphophorus helleri* y *Plecostomus punctatus* en la granja ejidal "Avalon" en el municipio de Jiutepec, Morelos. Servicio Social, UAM-Xochimilco. México. 47 pp.
- Wijsekara S. y A. Yakupitiyage. 2001. Ornamental fish industry in Sri Lanka: present status and future trends. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3: 241-252.