

## Cultivo de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en cuerpos de agua tropicales, Veracruz, México

Patricia Deveze Murillo, Juan Lorenzo Reta Mendiola & Basilio Sánchez Luna

Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 26.5 Carr. Fed. Veracruz-Xalapa. Apdo. Postal 421, Veracruz, Ver. CP 91700, México. Tel./Fax: 52 (229) 923-1870; patricia\_deveze@hotmail.com

Recibido 18-X-2003. Corregido 21-I-2004. Aceptado 24-IV-2004.

**Abstract: Culture of *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) in tropical water bodies, Veracruz, México.**

*Poecilia reticulata*, also known as guppy, is the most popular fish in the aquarium environment. Guppies are viviparous fish with high tolerance to extreme temperatures. The development of the offspring takes between 25 and 30 days. We developed a technology for raising guppies, which outlines infrastructure and devices for reproduction, nursery, feeding, and commercialization, evaluating the financial and technical feasibility of this technology in a case study. The complete reproductive cycle occurred in floating cages with 1 mm mesh and the method was tested in a tropical lagoon in Mexico. Water quality was monitored throughout the study period (temperature, dissolved oxygen and pH levels). A marketing survey was carried out at all existing aquarium shops in Veracruz City. Data collected depict quantities demanded and offered for each species by season, place of origin, and resistance to handling. The hydrobiological characteristics were: average temperature 31.4°C, dissolved oxygen 4.5 mg l<sup>-1</sup>, and pH level 6.8. With these values we built a production function, and used it to evaluate profitability. We estimate a benefit/cost ratio of 1.16, with a net annual income of US\$257.67. The system may provide two permanent jobs. Rev. Biol. Trop. 52(4): 951-958. Epub 2005 Jun 24.

**Key words:** Culture, aquarium fish, profitability, Mexico.

Las especies de la familia *Poeciliidae* se caracterizan por su afinidad a climas tropicales (Cabrera y Solano 1995, Zúñiga 1997, Gómez-Márquez *et al.* 1999, Urriola *et al.* 2004a, b), además de que sus 34 variedades son de las más importantes en el acuarismo por sus formas, colores y por el precio de venta (Zúñiga 1997).

*Poecilia reticulata*, especie conocida comúnmente como “guppy”, es un pez muy popular en el ámbito acuarístico. Hoy en día se ha logrado desarrollar una gran cantidad de variedades que van desde cambios en su coloración hasta su tipo y forma de las colas. Entre las variedades más comerciales se encuentran: king cobra, flamingo, cabeza de jade, mitad negro, metálico y multicolor (Morales 1996). Aunque es originario del Caribe, puede ser

encontrado en forma nativa desde Venezuela y el norte de Brasil hasta México, abarcando Guyana Británica y Surinam, Trinidad y Tobago y Barbados.

Los *P. reticulata* son los peces vivíparos que toleran un ámbito más extremo de temperatura, ya que viven en aguas que van desde los 16°C hasta los 30°C, siendo la más adecuada entre 25 y 28°C.

El macho posee una cola muy desarrollada y bien coloreada en forma triangular la mayoría de las veces, pero su cuerpo es de menor tamaño que el de la hembra. Por el contrario, la cola de la hembra no es tan grande como la del macho y tiene en comparación con éste una coloración pobre. Cuando estos peces se encuentran en su etapa reproductiva la aleta

anal del macho sufre una metamorfosis, convirtiéndose en un gonopodium con el cual fertiliza a la hembra. Por su parte la hembra desarrolla un punto obscuro arriba de su aleta anal, que indica su madurez.

En esta especie la reproducción es vivípara, el tiempo de desarrollo usual del embrión dentro de las hembras va de 25 a 30 días aproximadamente. La duración de este periodo depende de la temperatura del agua, la nutrición y la edad del pez. El hecho de que las crías se desarrollen dentro de la madre, proporciona una excelente protección contra peces depredadores y condiciones adversas del entorno, sin embargo, suele ocurrir canibalismo, ya que los padres frecuentemente se comen a sus crías. Por esto, debe prepararse el acuario para separar a los padres de sus crías inmediatamente después de que estas nacen.

Cultivar peces de brillante colorido o exóticos por su apariencia externa, es una actividad muy antigua, que se ha propagado gracias a la exportación de especies para satisfacer la demanda de la acuariofilia internacional (Márquez y Vidal 1994). Se piensa que los primeros en desarrollar el pasatiempo del acuarismo fueron los antiguos egipcios, pero fueron los chinos y los japoneses quienes hicieron realmente una cultura de la cría de los peces en cautiverio. Esta actividad alcanzó Europa en el siglo XVII y América en el XVIII (Fuentes y Piña 1997). Actualmente, los peces que se utilizan pueden ser de captura silvestre, sin embargo el proceso de adaptación al cautiverio les provoca estrés y los hace susceptibles a enfermedades infecciosas virales o bacterianas y en muchos casos les ocasiona la muerte (Pickering 1993). Además, la extracción de los peces del medio natural, afecta las poblaciones y por consiguiente desequilibra los ecosistemas.

La producción de peces a través de técnicas de acuicultura otorgan al acuarista peces sanos y adaptables al cautiverio, sin menoscabo de las poblaciones naturales.

De acuerdo con FAO (1997), los principales países productores a nivel mundial son Japón, India, República de Corea, Filipinas y Rumania. En los Estados Unidos el acuarismo

es el segundo pasatiempo más popular después de la fotografía y se calcula que en ese país cuenta con más de 25 millones de personas que poseen acuarios, y por consiguiente se estima que el número de peces de acuario vendidos anualmente, tiene un promedio superior a los 350 millones de individuos (Fuentes y Piña 1997). Países como Indonesia, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán y Tailandia proveen al mercado internacional especies exóticas entre las que destacan las de origen mexicano: guppys (*P. reticulata*), mollys (*P. velifera* y *P. sphenops*) y espadas (*Xiphophorus helleri*) (Espínosa *et al.* 1993).

Según Bezar y Maigret (1990), hay una fuerte demanda de peces tropicales para acuarios domésticos, con un mercado estimado a nivel mundial en US\$ 200 millones/año. Estos autores mencionan que en los Estados Unidos la producción de peces ornamentales se concentra en el estado de Florida, donde existen 223 granjas que producen 100 especies diferentes y que el 65% de la demanda de especies de agua dulce es cubierta localmente, pero el 85% de las especies marinas son importadas.

En México, desde el siglo XIX ya se menciona el potencial de los peces ornamentales (SEPESCA/CIQRO 1994). Actualmente las granjas de peces de ornato se han desarrollado principalmente en los estados de: Hidalgo, Morelos, México, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Jalisco y Yucatán, y aunque la demanda de peces de ornato es alta, la producción total del país no alcanza a cubrir los requerimientos del mercado nacional (SEPESCA/CIQRO 1994), y se importan peces de ornato de diversos lugares como Africa, Malasia, Colombia y Brasil (com. pers. Sánchez 2001).

Las unidades de producción en México son distintas y están en función de: (1) recursos naturales como la fuente y calidad del agua, (2) recursos financieros que delimitan la inversión y operación, (3) tecnología disponible para el cultivo de cada especie y, (4) el mercado que a través de la oferta y la demanda hace fluctuar el precio de los peces y con esto la relación Beneficio/Costo.

La visión empresarial para producir peces de ornato, y a través de su comercialización incrementar el nivel de ingresos del productor rural, ha motivado esta investigación, conjuntando el uso de los recursos naturales como son los cuerpos de agua de regiones tropicales y las plantas propias de estas regiones. Así, se considera el diseño de la infraestructura necesaria para producir *P. reticulata* incluyendo el manejo de reproductores, crianza, engorde, alimentación y comercialización, evaluando su factibilidad técnica y financiera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ciclo reproductivo completo se desarrolló en jaulas flotantes de tela tipo mosquitero. Este sistema se evaluó en una laguna tropical perteneciente a la región de la Llanura Costera del Golfo Sur, en el Estado de Veracruz, México. Actualmente se diseña la estrategia para su transferencia a productores.

**Descripción del área de estudio:** La laguna experimental utilizada para el presente trabajo se encuentra dentro de las instalaciones del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, su situación geográfica corresponde a los 19°10' N y 96°51' O. La profundidad media es de 1.41 m y la máxima es de 2.3 m (Bucheli y Reta 1986). El clima es del tipo Aw(w)(i)g que corresponde al clima cálido con lluvias en verano e invierno, con una precipitación media anual de 1 239.5 mm y una temperatura media anual de 25°C, con menos de 5% de precipitación en invierno

y una fluctuación de temperatura en un rango de 5-7°C (García 1988).

**Calidad del agua en el sistema:** Para cada uno de los parámetros se hicieron tomas de datos semanales a las 12:00 mediodía (Cuadro 1). En el caso del amonio y la turbidez, se realizaron tomas de datos cada dos semanas.

El 24 de julio de 1996 se realizó un muestreo de 24 horas para determinar la variación de los parámetros ya mencionados, de acuerdo a la cantidad de luz disponible y la temperatura del cuerpo de agua, con intervalos de 2 horas.

**Selección de la especie e importancia económica:** Se requirió de una especie de pez que se adaptara a las condiciones de calidad del agua de los cuerpos de agua del Estado de Veracruz, de producción rentable y que tuviera demanda en el mercado.

Para determinar los porcentajes de las frecuencias de oferta y demanda de cada especie con respecto a la temporada del año, el lugar de origen y su resistencia al manejo, se aplicó una encuesta a los propietarios de los 22 acuarios existentes en la Ciudad de Veracruz, donde las principales preguntas fueron: nombres de las especies más vendidas; precio de compra y venta; temporada del año en la cual hay mayor demanda; cantidad de organismos vendidos; procedencia de los organismos; ¿cuál es el sistema de compra?; ¿cómo es el manejo de almacén?; ¿qué preferencias tiene en cuanto a especies?; ¿conoce o sabe de alguna granja de producción de peces?; y ¿qué tipo de alimento les proporciona?

**Diseño del sistema de producción:** La unidad de producción se diseñó con base en las

### CUADRO 1

*Parámetros para la evaluación de la calidad del agua de la laguna utilizada en el estudio*

TABLE 1

*Parameters of water quality evaluated in the lagoon used for the study*

PARÁMETRO	EQUIPO
Oxígeno	Oxímetro de membranas marca YSI Mod. 54A con escalas de 0 a 10 y de 0 a 20 ppm.
Temperatura	Termómetro marca Brannan-Termolab con una precisión de 0.1°C y una escala de 0 a 50°C.
Potencial de Hidrógeno	Potenciómetro digital marca Corning Mod. Ps15.
Nitrógeno Amoniacal Total	Método Nessler con una prueba para amonio marca SERA, con escala colorimétrica.
Turbidez<	Disco de Secchi.

características biológicas y reproductivas de *P. reticulata*, esta consta de tres partes: reproducción, crianza y engorda.

Se diseñó una jaula en malla de nylon tipo mosquitero con dimensiones de 1.5 x 1.0 x 0.7 m, con una luz de malla de 1 mm, utilizando como marco sustentante caña vaquera (*Guadua* sp.). Como material de flotación, se utilizaron botellas de plástico de 2 l, de las cuales se colocaron 6 de cada una en dos lados opuestos de la jaula. De la misma manera, se diseñaron y construyeron las maternidades, que son corrales más pequeños donde se coloca a los peces para su reproducción y obtención de crías.

Las maternidades fueron elaboradas con malla de nylon tipo tul, con dimensiones de 0.30 x 0.30 x 0.30 m, y una luz de malla de 1.5 mm. En total se colocaron cuatro maternidades flotantes dentro de la jaula mayor.

Posterior a un periodo de adaptación, los individuos reproductores se introdujeron en las maternidades en una proporción de 4:1, es decir, 4 hembras por cada macho, teniendo un total de 10 organismos en cada maternidad. Después de 4 semanas, tiempo en el cual se llevó a cabo el proceso reproductivo y de gestación, se empezaron a obtener las crías, la luz de malla permitió la salida únicamente de las crías hacia la jaula mayor, evitando así la depredación por parte de los adultos.

Las crías permanecieron en esta jaula hasta que se presentó el dimorfismo sexual, que se da en esta etapa por la coloración de la aleta caudal en los machos. Entonces se separaron y fueron colocados en una jaula de engorde similar a la anterior. A cada jaula se le colocó una tapa del mismo material para evitar la depredación por aves, y proporcionar sombra a los peces.

La etapa de engorde dentro del proceso de producción se realizó hasta talla comercial, la cual depende del sexo, ya que las hembras son de mayor tamaño que los machos, pudiendo variar entre 3 y 5 cm. De los organismos engordados se realizó una selección para su comercialización. El proceso de producción de peces de ornato se llevó a cabo durante los meses de mayo a agosto. Debido a su origen

tropical, las fluctuaciones normales de clima y calidad del agua no lo afectan drásticamente, sin embargo presenta una disminución de su capacidad reproductiva en ámbitos de temperatura menores a 24°C o en fluctuaciones drásticas de 3 a 5°C.

**Alimentación:** El tipo de alimento que se les proporcionó fueron larvas de mosco y lombriz roja de California (*Eisenia foetida*). La producción de alimento vivo es un proceso paralelo al cultivo de los peces, debido a que es necesario asegurar este último para poder obtener una producción de peces estable. Cabe mencionar que además de la dieta proporcionada, los organismos se alimentaban del alimento natural presente en el cuerpo de agua (plancton).

Para tener una fuente de alimento disponible se diseñó un sistema continuo de producción de larvas de mosco. Como contenedores de agua se usaron tres tinas de fibra de vidrio de 1.0 x 1.0 x 0.5 m. En la primera tina se colocaron los subproductos de un cultivo de espinaca de agua (*Ipomea aquatica*), es decir hojas y tallos no comercializables. En tres días la espinaca es descompuesta en forma natural y disuelta en el agua; es entonces cuando se presenta la oviposición del mosquito. El huevo eclosiona a los tres días y la larva nada libremente. Se deja crecer durante tres días y se cosecha. Se repite la operación. Así se tiene un ciclo de producción de 9 días por tina. Si se establece un sistema de 3 tinas, se tiene una producción continua. Debido a las condiciones climáticas este cultivo es factible de implementar durante todo el año, excepto en los meses de invierno.

La alternativa de alimento para los meses fríos del año es el cultivo de lombriz roja de California (*E. foetida*). Estas se obtuvieron a partir de cultivos en una mezcla al 50% de estiércol de bovino y vegetación acuática (*Pistia estratiotes*) picada y colocada en tinas de fibra de vidrio.

La mezcla se deja reposar por tres días para estabilizar la temperatura que por acción bacteriana se incrementa. Antes de introducir las lombrices, el sustrato se prueba colocando en un recipiente 1 kg de la mezcla y una

cantidad conocida de lombrices. Después de 24 horas, las lombrices se vuelven a contar y si ha sobrevivido un 90% de la cantidad inicial el sustrato se considera adecuado.

También se debe mantener neutro el pH del sustrato, es decir, en un ámbito de 6.5 a 7.5 y la humedad al 90%. La temperatura es importante, debido a ello la lombriz se produce durante los meses de otoño, invierno y primavera. En verano, debido al calor se reduce su reproducción.

Las lombrices se cosechan separándolas del humus o vermicomposta para posteriormente ser lavadas y picadas. La cantidad suministrada a los peces fue del 3% del peso de la biomasa total de peces en cultivo, dividida en dos dosis, una por la mañana y otra por la tarde.

**Análisis financiero:** Para el análisis financiero del sistema de producción se utilizaron los datos obtenidos en el campo, construyendo un modelo de producción para *P. reticulata* en una hoja de cálculo electrónica EXCEL V.7 de Microsoft®. Para determinar la rentabilidad del cultivo se desarrolló una función de producción con base en el diseño tecnológico y una función de rentabilidad. Los indicadores financieros que dan como resultado esta función son: (1) Ingreso, (2) Utilidad Bruta, (3) Relación Beneficio/Costo y (4) Punto de Equilibrio. Dicha función se sometió a un análisis de sensibilidad, variando el precio de venta y la tasa de interés en rangos críticos a los que podría ser sometida la inversión.

## RESULTADOS

**Calidad del agua en el sistema:** Los resultados de los parámetros hidrobiológicos registrados durante el experimento se muestran en la Fig. 1. El valor mínimo de temperatura registrado fue de 30.7°C en el mes de junio y el máximo de 34°C en mayo. Respecto al oxígeno disuelto se tuvo 3.0 mg/l como valor mínimo y 7.7 mg/l como máximo, registrados en julio y junio respectivamente. El pH varió en forma notable teniendo 6.5 y 7.4 como valores

mínimo y máximo respectivamente. Esto es importante, debido a que un alto contenido de materia orgánica en descomposición en el agua ocasiona que el pH y el oxígeno disuelto en el agua sean de niveles bajos y las concentraciones de amonio ionizado ( $\text{NH}_3$ ), amonio no ionizado ( $\text{NH}_4$ ), nitritos ( $\text{NO}_2$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3$ ) sean tóxicas.

La toma de datos de los parámetros se realizó cada 2 hrs, teniendo un total de 12 datos. La temperatura mínima registrada fue de 32°C entre las 6:00 y las 8:00 hr, la máxima fue de 37°C entre las 14:00 y las 18:00 hr. Los valores mínimos y máximos de oxígeno disuelto fueron de 4 mg/l y 7.3 mg/l respectivamente, no llegando a ser críticos.

Durante el tiempo que duró el experimento la turbidez determinada a través del disco de Secchi se mantuvo cercana a 1.5 m, denotando una baja productividad planctónica en el cuerpo de agua. Durante el experimento, el nitrógeno amoniacal no rebasó concentraciones de 0.3 mg/l, lo cual fue aceptable para los organismos.

**Selección de la especie e importancia económica:** De acuerdo con los datos obtenidos durante el experimento, los valores de temperatura fluctuaron entre 30°C y 34°C, mientras que los valores de pH se mantuvieron dentro del ámbito propuesto por la literatura para el buen desarrollo de los peces. Además de los requerimientos físico-químicos de la especie, se consideró para su selección la

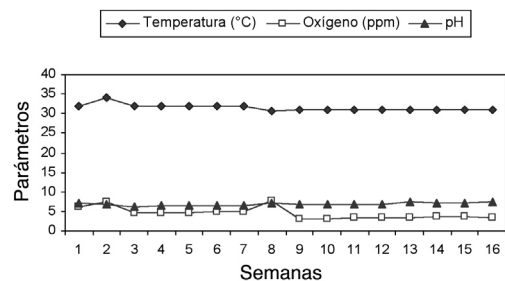


Fig. 1. Parámetros hidrobiológicos registrados durante el experimento.

Fig. 1. Hydrobiological parameters registred during the experiment.

oferta y demanda en el mercado, para asegurar su posterior comercialización.

De las entrevistas que se realizaron en los 22 acuarios existentes en la Ciudad de Veracruz se obtuvieron los siguientes resultados:

- a. Un 87.5% de los entrevistados mencionan que el público tuvo una marcada preferencia por los guppys (*P. reticulata*), mientras que el resto está representada por otros miembros de la familia *Poeciliidae*, como son: platys (*Xiphophorus maculatus*), mollys (*P. velifera* y *P. sphenops*) y espadas (*X. helleri*), además de otras especies como neones (*Paracheirodon innesi*), betas (*Betta splendens*), plecostomus (*Plecostomus punctatus*), ángeles (*Pterophyllum scalare*), cebras (*Brachidanio rerio*), japoneses (*Carassius auratus*), oscars (*Astronotus ocellatus*), tetras (*Cheirodon axeiroidi*), gatos (*Corydoras elegans*) y tiburones (*Labeo bicolor*).
- b. En cuanto a la oferta del guppy, hay todo el año, aunque su presencia escasea en época de invierno por razones climáticas que se relacionan con sus hábitos reproductivos.
- c. Respecto a la demanda, el 37.5% de los entrevistados mencionó que en cuanto al guppy existe todo el año. Otro 37.5% mencionó que la mayor demanda de esta especie es en invierno y el 25% restante comentó que existe mayor demanda en el verano a causa del periodo vacacional, que induce a la población hacia el pasatiempo.
- d. El precio de venta es de US\$0.88/pez. Como lugares de origen mencionaron más comúnmente la Ciudad de México, y en el Estado de Veracruz se mencionaron los municipios de Angel R. Cabada, y Alvarado, con las granjas de producción Continental Sea Born y Sagaro, el Acuario de Veracruz, el Instituto Tecnológico del Mar y el Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz.

Según la encuesta, la resistencia al manejo es variable, pudiendo ir desde una semana hasta tres meses.

**Diseño del sistema de producción:** Dentro del manejo del sistema de producción, los ciclos reproductivos mínimos por año son 4, pero una vez iniciado el proceso pueden aumentar, haciendo posible la obtención de crías cada mes. El número posible de maternidades por jaula utilizado bajo este tipo de sistemas es de 12. El total de reproductores utilizados con este número de unidades de producción es de 120, de los cuales se podría obtener teóricamente un total de 15 360 crías anualmente. Una vez terminado el proceso de reproducción, los organismos reproductores se separaron y se mantuvieron en un periodo de reposo de actividad reproductiva.

**Alimentación:** Las larvas de mosco que se obtienen en los primeros días de la producción son las más recomendables por su tamaño pequeño para las crías de los peces. Durante el experimento se observó que los guppys (*P. reticulata*) mostraron una marcada preferencia por las larvas de mosco, además de que estas se pueden seleccionar por tamaños para poder alimentar a las crías, los juveniles y los adultos, ya que al permanecer en movimiento continuo en el agua, son más fáciles de ver y por lo tanto de atrapar. Con respecto a la lombriz de tierra se observó que a pesar de picarlas muy finamente para proporcionarlas a los peces, su tiempo de permanencia en la superficie del cuerpo del agua es corto, por lo que los peces no alcanzan a comerlas completamente, depositándose en el fondo de la jaula, ocasionando con su posterior descomposición, que las condiciones hidrobiológicas del sistema se vean afectadas.

**Análisis financiero:** Se consideraron un total de 4 unidades de producción y 4 ciclos reproductivos/año, teniendo un porcentaje de sobrevivencia del 50%.

Los costos de inversión y los de producción, se relacionan en el Cuadro 2.

En el Cuadro 3 se presentan los indicadores de rentabilidad: ingreso, utilidad bruta, punto de equilibrio y relación beneficio/costo, bajo condiciones mínimas de ingreso, utilizando para ello, el menor número de unidades de

CUADRO 2  
Variables, valores y resultados de las funciones financieras

TABLE 2			
Variables, values and results of financial function			
Costos de inversión	Cantidad	Precio unitario	Total
Reproductores	480	US\$0.35	US\$170.36
Unidades de producción	4		
Maternidades	48	US\$0.58	US\$28.11
Jaulas	4	US\$8.87	US\$35.49
Mano de obra	5.7 jornales	US\$6.21	US\$35.49
	Subtotal		US\$269.45
<b>De operación</b>			
Fijos			
Mano de obra	120 jornales	US\$6.21	US\$745.34
Comercialización	12 viajes	US\$13.30	US\$159.71
	Subtotal		US\$905.05
<b>Variables</b>			
Alimento	120 jornales	US\$6.21	US\$745.34
	Subtotal		US\$745.34
	Total		US\$1 650.39

CUADRO 3  
Rentabilidad de sistemas de producción de *P. reticulata*

TABLE 3	
Rentability of productions system of <i>P. reticulata</i>	
Ingreso	US\$1 908.07
Utilidad bruta	US\$257.67
Punto de equilibrio US\$/PEZ	US\$0.60
Relación beneficio costo	US\$1.16

producción y por lo tanto obteniendo el número más bajo de crías en talla comercial.

## DISCUSIÓN

Finalmente se concluye que, el área de estudio seleccionada es favorable para el cultivo de *P. reticulata*, de acuerdo a las condiciones climáticas presentes, y que el tipo de alimento vivo más recomendable para la producción de *P. reticulata* es la larva de mosco.

El utilizar al *P. reticulata* como parte del desarrollo tecnológico en el sistema de producción, representa viabilidad técnica por los

requerimientos hidrobiológicos de la especie y las características físicas del sistema, además representa viabilidad financiera por el precio de venta de la especie en el mercado.

Considerando que los indicadores de rentabilidad del análisis financiero del sistema de producción de *P. reticulata* resultaron positivos, dicho sistema representa una alternativa para diversificar y aumentar el ingreso del productor rural y para reducir la presión sobre las poblaciones naturales.

## RESUMEN

Los peces ornamentales cultivados se han popularizado como mascotas, generando una demanda local que no se ha podido cubrir con la producción de México y por lo tanto deben importarse. *Poecilia reticulata* "guppy", es un pez muy popular en el ámbito acuárstico, hoy en día se ha logrado desarrollar una gran cantidad de variedades según su coloración, tipo y forma de cola. Son peces vivíparos que toleran un ámbito extremo de temperatura, siendo la más adecuada entre 25°C y 28°C. El tiempo que tardan las hembras en expulsar a las crías una vez que quedan preñadas, oscila entre los 25 y 30 días dependiendo de la temperatura. En esta investigación, el ciclo reproductivo completo se desarrolló en jaulas flotantes, en una laguna

tropical situada en la Llanura Costera del Golfo Sur, Veracruz, México. Se diseñó la infraestructura necesaria para producir guppys (*P. reticulata*) incluyendo el manejo de reproductores, crianza, engorda, alimentación y comercialización, evaluando su factibilidad técnica y financiera. Se realizó un estudio de mercado, a través de una encuesta aplicada a los propietarios de los 22 acuarios existentes en la Ciudad de Veracruz, México. Se analizaron las frecuencias de oferta y demanda de cada especie con respecto a la temporada del año, lugar de origen y resistencia al manejo. Las características hidrobiológicas presentaron valores medios de temperatura (31.4°C), oxígeno disuelto (4.5 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>) y pH (6.8). Con los datos obtenidos en campo se realizó un modelo para producción de *P. reticulata*, obteniendo una relación beneficio/costo= 1.16, correspondiente al ingreso mínimo potencial con una ganancia bruta de US\$257.67, proporcionando empleo a dos personas El aprovechamiento de cuerpos de agua en regiones tropicales a través de la producción de peces de ornato representa una alternativa para disminuir la presión sobre las poblaciones silvestres y las tierras de cultivo, proporcionar fuentes de empleo e incrementar los ingresos para el productor en comparación con sistemas tradicionales de producción.

**Palabras clave:** Cultivo, peces de acuario, rentabilidad, México.

## REFERENCIAS

- Bezard, D. & J. Maigret. 1990. Culture of aquarium fish. *Aquaculture* 2: 841-846.
- Bucheli, M.P.I. & M.J.L. Reta. 1986. Aprovechamiento de pequeñas lagunas tropicales con fines de explotación piscícola de *Oreochromis niloticus* en jaulas flotantes. *Rev. Cien. Mar Limnol.* pp. 227.
- Cabrera, J. & Y. Solano. 1995. Fertilidad y fecundidad en *Poeciliopsis turrubarensis* (Pisces: Poeciliidae). *Rev. Biol. Trop.* 43: 317-320.
- Espinosa, P.H., Gaspar, M.T. & P. Fuentes M. 1993. Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuicolas mexicanos. IBUNAM. México, D.F. pp. 10.
- FAO. 1997. Estadísticas de la producción de acuicultura 1988-1997. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 162 p.
- Fuentes, M.P. & R. Piña E. 1997. Especies endémicas destinadas al ornato. Memorias Primer Encuentro Nacional de Acuariofilia. México, D.F. pp. 24.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a la República Mexicana. García. México. pp. 68.
- Gómez-Márquez, L., J.L. Guzmán-Santiago & A. Olvera-Soto. 1999. Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo", Morelos, México. *Rev. Biol. Trop.* 47: 581-592.
- Márquez, C.G. & L.E. Vidal. 1994. Principales especies nativas potenciales de explotación en acuariofilia. II Seminario sobre Peces Nativos con uso Potencial en Acuicultura. CEICADES-CP. The British Council. University of Stirling. Overseas Development Administration. CONACYT. PEMEX. SECUR. UNESCO. Tabasco. México. 250 p.
- Morales, Z.M. 1996. *Aquaguaia*. Revista especializada en acuariofilia y otras mascotas. Naucalpan, México.
- Pickering, A.D. 1993. Growth and stress in fish production. *Aquaculture* III. 51-63 pp.
- SEMARNA P. 2000. Diseño de estrategias de conservación bajo el modelo sustentable. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. pp. 6.
- SEPESCA/CIQRO. 1994. Cultivo de peces de ornato. Secretaría de Pesca. Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesqueros. Dirección General de Acuicultura. Chetumal, Quintana Roo. 29 pp.
- Urriola Hernández, M., J. Cabrera Peña & M. Protti Quesada. 2004a. Composición, crecimiento e índice de condición de una población de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae), en un estanque en Heredia, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52: 157-162.
- Urriola Hernández, M., J. Cabrera Peña & M. Protti Quesada. 2004b. Fecundidad, fertilidad e índice gonadosomático de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en un estanque en Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52(4): 000-000.
- Zúñiga, G.E. 1997. Especies potencialmente cultivables para ornato (peces, plantas e invertebrados). Memorias Primer Encuentro Nacional de Acuariofilia. México, D.F. México.