



KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

REVISTA DE
DIVULGACIÓN
División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XV • Número 27 • Julio - Diciembre 2008 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

4

BILLONES DE

DESAPARECEN X DÍA EN EL PLANETA



KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Biol. Ma. Leandra Salvadores Baledón
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana
Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
- E-mail: publicaciones@cicea.ujat.mx
- <http://www.ujat.mx/publicacion>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Imagen Gráfica, Morelos y Pavón No. 211. Col Miguel Hidalgo C. P. 86150 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada:

Diseñada por:
Liliana López Gama
Estudiante de diseño y
comunicación visual
FES Cuautitlán



Estimados lectores de Kuxulkab'.

Durante este segundo semestre del 2008, hemos visto otra vez como la naturaleza puede causar afectaciones importantes en este territorio, de tal forma que nos requiera buscar alternativas de adaptación a estas circunstancias y por ende tener cada día una mayor conciencia de los impactos que ocasionamos al ambiente y que seguramente se magnifican dada la vulnerabilidad geográfica de nuestro estado.

En este número tenemos una diversidad de temas que tocan información importante de los recursos naturales de Tabasco y que van del agua como un recurso de interés global y los peces, al latex, incluyendo datos de los cambios que ha sufrido el territorio debido a la deforestación. En ellos se presentan resultados de tesis que se desarrollan en nuestros diferentes programas educativos, que se vinculan a algunos de los proyectos de investigación que se realizan en nuestra escuela por académicos y estudiantes. Los ocho artículos incluidos en este número presentan principalmente resultados de investigaciones aplicadas en una amplia gama de temas como: medir la deforestación importante problema ambiental de la actualidad o una propuesta de control biológico además de técnicas de acuacultura. Se presenta a su vez, información resultante de investigaciones relacionadas con la gestión en el área ambiental.

Les recordamos que esta es la revista de todos y les invitamos a enviarnos sus manuscritos, en espera de que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de la ciencia con temas que consideren serán de interés a sus compañeros y se unan a aquellos que han terminado o se encuentran realizando sus proyectos de tesis y cuyos resultados de sus investigaciones comparten con nosotros. Como siempre agradecemos a los colaboradores de otras instituciones interesadas en la divulgación de la ciencia que comparten con nosotros temas de interés general, así como los resultados de sus proyectos y los exhortamos a continuar haciéndolo. Reiteramos nuestro sincero y continuo agradecimiento a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Técnicas de Reversión Sexual Aplicadas en Acuicultura

Juan Manuel Vidal López, Wilfrido Miguel Contreras Sánchez,
Carlos Alfonso Álvarez González, Arlette Amalia Hernández Franyutti
y Ulises Hernández Vidal.

Laboratorio de Acuicultura,
División Académica de Ciencias Biológicas,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,
Carretera Villahermosa-Cárdenas Km 0.5, C.P. 86039,
Villahermosa, Tabasco, México, Tel/Fax: +52(993) 1 61 45 91.
*e-mail: juan_manuel11@hotmail.com

Introducción

Cuando se trabaja en sistemas acuícolas es común tener problemas de sobrepoblación de crías en los estanques de cultivo (Paramo-Delgadillo, 1985). Aunado a este problema, se ha identificado que en algunas especies de cultivo existen diferencias sustanciales en las tasas de crecimiento entre sexos. Para ello, se han generado diversos métodos que han permitido reducir considerablemente estos problemas. El objetivo principal consiste en trabajar con poblaciones de un solo sexo para obtener un crecimiento rápido y el control de la reproducción, lo que permite canalizar la energía que proporciona el alimento en la producción de masa corporal durante la fase de cultivo de la especie deseada (Johnstone *et al.*, 1983; Landau *et al.*, 1984; Lahav, 1993; Green *et al.*, 1997; Popma y Green, 1990).

Algunas investigaciones se han orientado a la importancia económica y la incorporación de nuevas especies a los sistemas acuícolas, tomándose en cuenta atributos como un alto desarrollo y crecimiento de la especie, apariencia física, talla de madurez sexual, fácil adaptabilidad al manejo en cautiverio y diferencias entre sexos, entre otras (Flynn y Benfy, 2007).

En años recientes, la investigación para obtener poblaciones monosexo en acuicultura ha estado enfocada a buscar nuevos métodos que permitan obtener el mayor porcentaje de organismos revertidos con características aptas para incorporarlos a sistemas acuícolas o bien para cuestiones de acuariofilia (Flynn y Benfy, 2007). En este aspecto, se ha dado énfasis a los trabajos en los cuales se involucran factores que por mucho tiempo se ha tenido conocimiento de que afectan la proporción natural macho: hembra (Devlin y

Nagahama, 2002), o bien se han utilizado técnicas tradicionales como es la selección manual del sexo (Paramo-Delgadillo, 1985), la cual implica identificar ciertas características particulares de uno u otro sexo o algunas técnicas más modernas como es la producción de organismos manipulados genéticamente, por ejemplo el uso de machos YY (Green *et al.*, 1997).

Entre los elementos que se han mencionado, que afectan la proporción natural macho: hembra, están los esteroides sintéticos y algunos factores ambientales, tales como la temperatura del agua y el pH (Baroiller *et al.*, 1995; Piferrer, 2001).

En los estudios en los cuales se involucran los esteroides sintéticos, estos se hacen llegar a la gónada del organismo a través de mezclas con el alimento, por la inmersión de las crías con la hormona disuelta en agua, por medio del bioencapsulando o enriquecimiento hormonal de los alimentos vivos por ejemplo los nauplios de *Artemia* (Goetz *et al.*, 1979; Piferrer, 2001; Stewart *et al.*, 2001; Devlin y Nagahama, 2002; Contreras *et al.*, 2004; Vidal-López, 2004). Otros factores que han sido estudiados son la temperatura del agua y el pH.

Tecnologías tradicionales para la producción de poblaciones monosexo

Durante el desarrollo de la acuicultura como método de cultivo de organismos acuáticos, se han utilizado técnicas simples para producir poblaciones monosexo y evitar la sobrepoblación de alevines en los sistemas de cultivo, en las cuales el uso de esteroides sintéticos es nulo o limitado (Paramo-Delgadillo, 1985). Dentro de las técnicas tradicionales esta la separación manual de

sexos y la hibridación intraespecífica. Los resultados obtenidos mediante estas técnicas son prometedores y muy eficientes, aunque hay que tener en cuenta ciertos factores que pueden desviar el resultado esperado como por ejemplo, que la especie presente dimorfismo sexual.

Separación manual de sexos

La separación manual del sexo de la progenie ha sido por mucho tiempo un método barato y relativamente efectivo (Hickling, 1971). Este método consiste en la inspección visual e identificación del sexo de juveniles en base a las características externas de la papila genital (Paramo-Delgadillo, 1985). Esta técnica requiere de una labor intensiva y tiene la desventaja de que no garantiza poblaciones compuestas exclusivamente de machos, pues la técnica está sujeta a un alto grado de error debido a la variabilidad en las características externas de la papila de cada individuo, a la experiencia y apreciación visual del personal que la realiza. Sin embargo, presenta ciertas desventajas sobre todo cuando el pez no presenta un dimorfismo sexual bien definido o bien cuando los peces son cultivados en etapas tempranas de su desarrollo.

Esta técnica puede ser factible cuando el número de crías a separar es pequeño pero en prácticas comerciales donde se emplean miles de organismos la labor puede ser considerable y conducir a necesidad de gran cantidad de mano de obra que se traduce en gastos no considerados.

Hibridación

La técnica de hibridación intraespecífica ha sido usada ampliamente en el género *Oreochromis spp* comúnmente conocido como “tilapia” y se remota a los inicios de su cultivo, aunque en la actualidad su empleo es limitado. Dentro del genero *Oreochromis spp*, se han propuesto dos mecanismos de determinación sexual: hembras homogaméticas (XX) con macho heterogamético (XY) hibridando las especies *O. mossambicus* y *O. niloticus*. Por otro lado especies con hembras heterogaméticas (WZ) con machos homogaméticos (ZZ) en los casos de *O. urolepis hornorum*, *O. macrochir* y *O. aureus* (Wohlfarth y Hulata, 1991; Losordo, 1997). La hibridación interespecífica entre una hembra homogamética y un macho homogamético produce una descendencia completa de machos (Wohlfarth y Hulata, 1991; Trombka y Avtalion, 1993).

Este método tiene varias desventajas dentro de las cuales es necesario considerar que la productividad de crías al realizar las cruza no siempre es alta, se requiere mantener la pureza de las líneas a usar para mantener las proporciones de machos requeridas, las crías producidas deben ser colectadas con alta eficiencia ya que si son reproductivamente viables, pueden entrecruzarse con los padres y producir organismos difíciles de separar dada su similitud, con lo cual también se pierde el objetivo inicial de la producción.



Figura 1. Selección manual del sexo en peces. A) Hembra de *O. niloticus*. B) Macho de *O. niloticus*.

Uso de esteroides sintéticos

El uso de esteroides sintéticos para producir poblaciones monosexo en acuicultura está muy extendido a nivel mundial. La exposición a los esteroides antes o durante el periodo de diferenciación sexual, cambia el desarrollo de las gónadas en algunas especies de peces; el tratamiento con andrógenos induce la masculinización, los más utilizados son 17 α -metiltestosterona, 17 α -metilandrosterona, 17 α -etniltestosterona; de los cuales su potencialidad se ha ensayado en distintas especies, mientras que los estrógenos inducen la feminización siendo los más utilizados el 17- β estradiol y etinilestradiol (Guerrero III, 1979; Hunter & Donaldson, 1983; Piferrer, 2001; Alfonso & Wassermann, 2002; Devlin & Nagahama, 2002).

Vía alimentación oral

Los resultados obtenidos mediante esta técnica han sido efectivos hasta en un 100%, por lo que este método ha sido utilizado por mucho tiempo, siendo el andrógeno más comúnmente empleado la 17 metiltestosterona (MT), por ser altamente efectivo y un método económicamente factible (Mair y Little, 1991; Phelps y Popma, 1997). Una de las principales ventajas es que el alimento hormonado esta comercialmente disponible y si se requiere prepararlo, esto es factible siendo necesario tener los cuidados apropiados y medidas de protección del personal y organismos que pudieran estar en contacto durante el proceso. Las principales desventajas están en los desechos que se generan por el uso del esteroide ya que una cantidad del esteroide (o alimento no consumido) se fuga al agua pudiendo provocar problemas en las poblaciones naturales al llegar a esos cuerpos de agua a través de las aguas de desecho de los laboratorios de producción de crías.

Enriquecimiento o bioencapsulado

Esta técnica es relativamente nueva y consiste en hacer llegar el esteroide al pez utilizando como vehículo una presa viva. Esta técnica se ha propuesto para peces carnívoros cuyas fases iniciales de cultivo requieren de alimentos vivos. Para el proceso de enriquecimiento o bioencapsulado la técnica usada es la propuesta por Stewart *et al.* (2001) y Contreras *et al.* (2004) la cual

consiste en preparar un medio de enriquecimiento con agua marina artificial y el esteroide a usar. El alimento vivo es introducido al medio y en consecuencia enriquecido con el esteroide (Contreras *et al.*, 2004). De esta manera, se han llevado a cabo estudios en los cuales se ha usado la técnica de enriquecimiento con especies como las mojarra nativas: tenhuayaca, *Petenia splendida*, y castarrica, *Cichlasoma urophthalmus*. Así como con la mojarra tilapia *Oreochromis niloticus*, obteniéndose excelentes resultados que alcanzan entre 96 y 100% de machos (Contreras *et al.*, 2004; Pérez, 2006; Vidal, 2004). Por otra parte, utilizando el esteroide 17 β estradiol con el pejelagarto *Atractosteus tropicus* se han obtenido porcentajes altos de hembras cuando los peces fueron alimentados con alimento enriquecido (Contreras *et al.*, 2004).

Inmersiones

La inmersión de crías de peces en soluciones con esteroides es una alternativa reciente, esta técnica se ha empleado exitosamente para el desarrollo de la salmicultura (Green *et al.*, 1997). También existen experiencias con tilapias empleando las hormonas denominadas mibolona y 17 -metilandrosterona. En estos casos, se han usado concentraciones muy bajas (0.005 a 0.6 mg/l) y en tratamientos con duración de 1 a 5 semanas (Contreras *et al.*, 1997; Popma y Green, 1990). También se ha reportado que en tratamientos con 17 metildihidrotestosterona usando una concentración de 0.5 mg/l por tres horas con resultados significativos indicando el potencial de esta técnica en corto plazo (Gale *et al.*, 1999).

Para la masculinización por inmersión de tilapias se han utilizado crías recién liberadas con una edad de 11 a 13 días después de la fertilización y la densidad a emplear es de 33 crías/L. Empleando Metiltestosterona o Acetato de Trembolona se ha utilizado una concentración de 1 mg/mL. Sin embargo, en el caso particular de la tilapia, esta técnica ha demostrado resultados contradictorios, posiblemente debido a que la ventana de oportunidad de estas especies es muy corta debido al rápido desarrollo temprano que presenta la especie (Contreras-Sánchez, 2001).

Manipulación de factores ambientales

Algunos estudios sugieren que la temperatura y el pH pueden modificar la proporción de sexos de aquellas especies con determinación sexual ambiental, como ha sido observado en *Apistogramma*, *Poecilia melanogaster* y *Pseudocrenilabrus multicolor victoriae* (Romer and Beisensherz, 1996) en estos estudios, el subir o bajar la temperatura y el pH, modifica la proporción de sexos original. Sin embargo, esto no siempre se cumple y se pueden dar variaciones notorias.

Temperatura

Los trabajos más relevantes que se han desarrollado para evaluar el efecto de la temperatura del agua sobre la proporción sexual en peces han sido efectivos hasta en un 100 %. En el pejerrey *Odontesthes bonariensis* se han obtenido porcentajes de hembras de hasta 100% al manipular las temperaturas del agua entre 15 y 19 °C, conforme la temperatura del agua se incrementa la proporción de machos aumenta (Strüssmann *et al.*, 1996). En *Oreochromis niloticus* de una población de machos YY se obtuvo un 34% de hembras y un 18.5 % de intersexos al exponer a las crías a 36 °C de temperatura. Otro tratamiento mantenido a temperatura ambiente (28 °C) y tratado con diethylstilbestrol presentó 32% de hembras, mientras que el grupo control presentó 100% machos (Karayücel *et al.*, 2003). Conover y De Mond (1991) encontraron que a temperaturas de 15, 18, 21 y 28 °C se obtienen porcentajes bajos de 43 a 58 % de hembras en *Fundulus heteroclitus* y *Cyprinodon variegatus*, a pesar de que estudios previos han demostrado la influencia de la temperatura en la determinación y diferenciación sexual en ambas especies. Esta variación intraespecífica ha sido documentada en otras especies de peces (Kallman, 1984; Price, 1984). Una de las principales desventajas de este método se deriva de se puede dar variaciones dependiendo de la especie.

pH

En poblaciones silvestres de peces, la proporción de sexos es cambiante y puede ser determinada por diversos factores ambientales (Conover y Kynard, 1981). En poecílidos el proceso de diferenciación sexual es lábil y puede verse afectado por el pH (Rubín,

1985). Sus resultados señalan una proporción de machos de 97 y 100 % a un pH cercano a 6.2, la cual disminuye en un pH mayor. Otro estudio señala que el pH básico promueve la masculinización, mientras que un pH ácido promueve la reversión a hembras (Maya y Maraño, 1998). Sin embargo, la información sobre este factor es muy limitada y poco precisa.

Producción de Machos YY

Una de las principales ventajas de esta técnica es que puede ser aplicada limitando el uso de hormonas en la masculinización de crías. Si tomamos en cuenta que el sexo fenotípico de la especie puede ser invertido, esta técnica ha sido validada con especies como *O. niloticus* y *O. mossambicus* en las cuales se han feminizado machos genéticos (XY) mediante el tratamiento con estrógenos. Cuando un macho normal (XY) se cruza con un macho genético feminizado, se pueden obtener las siguientes proporciones genéticas: 1 parte de hembras XX: 2 partes de machos XY: 1 parte machos YY; este último genotipo es viable. A partir de lo anterior se espera que al cruzar una hembra normal XX con un macho YY deben de producirse desoves que en su totalidad serán machos (YY: XY) (Green *et al.*, 1997). Sin embargo, aún cuando la estrategia es adecuada, este método tiene varias limitaciones dentro de las que se pueden considerar que la creación de un banco YY requiere la revisión de las generaciones de cada uno de estos organismos; adicionalmente no necesariamente la totalidad de la progenie resulta ser macho, lo cual indica la posibilidad de que otros factores influyan directamente sobre la determinación sexual (Green *et al.*, 1997).

Conclusiones

En el cultivo de algunas especies de peces (principalmente ciclidos) el empleo de técnicas de reversión sexual es indispensable para que el cultivo sea exitoso. Entre las técnicas convencionales más empleadas se encuentra la administración oral de esteroides sintéticos (principalmente metiltestosterona). Esta técnica es de fácil empleo y su porcentaje de eficiencia es elevado. En el cultivo de la tilapia el porcentaje mínimo de machos necesario para que el cultivo sea adecuado es del 95%; aunque el deseable está entre el 98 y el 100% de machos.

Todas las técnicas tienen ventajas y desventajas. Sin embargo, existen variaciones intraespecíficas dependiendo de la especie con la cual se trabaje.

Literatura citada

Alfonso, L. O. B. and G. J. Wassermann. 2002. Immersion in aromatizable and non-aromatizable androgens induces high rates of masculinization in Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. In: Book of Abstracts: Aquaculture Amdrica. San Diego, California, USA. pp. 2

Baroiller, J. F., Churrot, D., Fostier, A. and Jalabert, B. 1995. Temperature and sex chromosomes govern the sex ratios of the mouth brooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. Journal Experimental Zoology. 273, 216-223.

Conover, D. O., De Mond, S. B., 1991. Absence of temperature-dependent sex determination in northern populations of two cyprinodontid fishes. Canadian Journal of Zoology. 69, 530-533.

Conover, D. and B. Kynard. 1981. Environmental sex determination: interaction between temperature and genotype in fish. Science. 213, 577-579.

Contreras-Sánchez, W. M., M. S. Fitzpatrick, R. H. Milston, and C. B. Schreck. 1997. Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by single immersion in 17 α Methyl-dihydrotestosterone and trembolone acetate. In: Tilapia Aquaculture: Proceedings from fourth international symposium on tilapia Aquaculture. Northeast Regional Agricultural Engineering Service No. 106. Orlando Florida, November 9-12. pp. 2, 783-790.

Contreras-Sánchez, W. M. 2001. Sex Determination in Nile Tilapia: *Oreochromis niloticus*: Gene Expression, Masculinization Methods and Environmental Effects: Ph.D. Thesis, Oregon State University, 193 p.

Contreras-Sánchez, W. M.; Marquez-Couturier, G.; Feist, G. Hernandez-Franyutti, A.; Schreck, C. B., and G. Giannico. 2004. Diversification of Aquacultural practices by incorporation of native species and implementation of alternative sex inversion techniques. In: Harris, I., Couter, N., Egna, H., Twenty-

first Annual technical reports. Aquaculture CRSP. 31, 189-195.

Devlin, R. H. and Y. Nagahama. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. Aquaculture. 208, 191-364.

Flynn, S. R. and T. J. Benfy. 2007. Effects of dietary estradiol-17 α in juvenile shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*, Lesueur. Aquaculture. 270, 405-412.

Gale, L. W., M. Fitzpatrick, M. Lucero, W. Contreras and C. B. Schreck. 1999. Masculinization of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. Acuicultura. 178, 349-357.

Goetz, F. W., Donaldson, E. M., Hunter, G. A. and H. M. Dye. 1979. Effects of estradiol -17 α and 17 α methyltestosterone on gonadal differentiation in the Coho Salmon *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture. 17, 267-278.

Guerrero III, R. D. 1979. Use of hormonal steroids for artificial sex reversal of Tilapia. Proceedings of the Indian National Science Academy. Biological Sciences. 45, 512-514.

Green, B. W., K. L. Veverica. and M. S. Fitzpatrick. 1997. Fry and Fingerling Production. In: Dynamics of Pond Aquaculture (H. S. Egna and C. Boyd. Eds.) CRC Press Boca Raton, Fl. pp 215-243.

Hickling, C. F. 1971. Fish culture. Faber and Faber. London. 317 pp.

Hunter, G. A. and E. M. Donaldson. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture. In: Hoar, W.S., D.J. Randall & E.M. Donaldson (Editors), Fish Physiology. 9, 223-303.

Johnstone, R., D. J. Macintosh and R. S. Wright. 1983. Elimination of orally administered 17 α methyltestosterone by *Oreochromis mossambicus* (Tilapia) and *Salmo gairdneri* (Rainbow Trout) juveniles. Aquaculture. 35, 249-257.

Kallman, K. D. 1984. A new look at sex determination in poeciliid fishes. *In: Evolutionary Genetics of Fishes*, pp. 95–171, Turner B. J. (ed.), Plenum, New York.

Karayücel, I., Penman, D., Karayücel, S. and B. McAndrew. 2003. Thermal and hormonal feminization of the all male YY Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgah. 55, 114-122.

Lahav, E. 1993. Use of sex-reversed females to produce all-male Tilapia (*Oreochromis aureus*) fry. The Israeli Journal of Aquaculture. 45, 131-136.

Landau, M., G. Miyamoto and C. Bolis. 1984. Growth and amino acid composition of *Artemia salina* (L., 1758) fed algae grown in different media (Anostraca). *Crustaceana*, 49, 318-321.

Losordo, T. M. 1997. Tilapia Culture in intensive recirculating systems. *In: Tilapia Aquaculture in the Americas*. (Costa-Pierce, B. A. and J. E. Rakocy Eds) World Aquaculture Society. 1, 185-211.

Mair, G. C. and D. C. Little. 1991. Population Control of Farmed Tilapias. *In: Naga, the ICLARM Quarterly*. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. p. 8-13.

Maya, P. E. y Marañón, H. S. 1998. Efecto del pH sobre la proporción de sexos, el crecimiento y la sobrevivencia del guppy *Poecilia reticulata* Peters, 1985. *Hidrobiología*. 8, 125-132.

Páramo-Delgadillo, S. 1985. Determinación del sexo en algunos ciclidos de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*. 2, 61-63.

Pérez, R. A. 2006. Combinación de la técnica de bioencapsulado en nauplios de *Artemia salina* y alimento artificial del esteroide 17- α Metiltestosterona para la masculinización de juveniles de la Mojarra tenguayaca (*Petenia splendida*). Tesina. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 44 p.

Popma, T. and B. W. Green. 1990. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. *Aquacultural Production Manual*. Research and Development Series No. 35. International Center for Aquaculture, Alabama

Agricultural Experiment station University. 15 p.

Phepls, R. P. and T. J. Popma. 1997. Sex Reversal of Tilapia. *In: Tilapia Aquaculture in the Americas*. (Costa-Pierce, B. A. and J. E. Rakocy Eds) World Aquaculture Society. 2, 34-59.

Piferrer, F. 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*. 197, 229-281.

Price, D. J. 1984. Genetics of sex determination in fishes: a brief review. *In: Fish Reproduction: Strategies and Tactics*, pp. 77–89, Pottsand G. W. and Wootton R. J. (eds), Academic Press, London.

Römer U., Beisenherz, W. 1996. Environmental determination of sex in *Apistogramma* (Cichlidae) and two other freshwater fishes (Teleostei). *Journal of Fish Biology*. 48, 714–725.

Rubin, D. 1985. Effect of pH on sex ratio in cichlids and poeciliid (Teleostei). *Copeia*. 1985, 233-235.

Stewart, A. B., A. V. Spicer. E. K. Inskip and R. A. Dailey. 2001. Steroid Hormone Enrichment of *Artemia Nauplii*. *Aquaculture*. 202, 177-181.

Strüssmann, C. A., Moriyama, S., Hanke, E.F., Calsina Cota, J. C. and F. Takashima. 1996. Evidence of thermolabile sex determination in pejerrey. *Journal of Fish Biology*. 48, 643–651.

Trombka, D., and R. R. Avtation, 1993. Sex determination in tilapia. A review. *Israeli Journal of Aquaculture*. 45, 26-37.

Vidal-López, J. M. 2004. Masculinización de crías de la mojarra tenhuayaca *Petenia splendida* (Gunther, 1862), Mediante bioencapsulado del esteroide 17- α metiltestosterona en nauplios de *Artemia salina*. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. 53 Pp.

Wohlfarth, G. W. and W. Hulata. 1991. The heredity of sex determination in tilapias. *Aquaculture*. 92, 143-156.

CONTENIDO

El Valor Socio-Ambiental del Agua: El Reto Futuro de la Política Pública en México JOSÉ A. OSEGUERA PONCE	5
Análisis de Regresión Lineal en un Sistema de Información Geográfico para determinar la Tasa de Deforestación en el Estado de Tabasco JUAN JAVIER CASTILLO RAMIRO, LILLY GAMA Y CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS	15
El camino hacia el <i>Homo sapiens</i> ARMANDO ROMO LÓPEZ Y JULIA MARÍA LESHER GORDILLO	19
Hongos Entomopatógenos como una alternativa en el control Biológico MANUEL ANTONIO GARCÍA GARCÍA, SILVIA CAPPELLO GARCÍA, JULIA MARÍA LESHER GORDILLO Y RENE FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ	25
Producción de insulina a partir de organismos bacterianos: Revisión bibliográfica para la técnica molecular VIRIDIANA ROSABELHI SOTO POL, JAVIER HERNÁNDEZ GUZMÁN, YAZMÍN MORALES HERNÁNDEZ Y ONÉSIMO DIOS DE LA CRUZ	29
El látex en México, Una Visión Histórica RENÉ FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ Y JULIA MARÍA LESHER GORDILLO	35
Determinar el Análisis de Riesgo Toxicológico de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos a la salud humana de los trabajadores, utilizando el modelo Caltox JOSÉ GUADALUPE CARMEN MORALES FORTANEL	41
Técnicas de Reversión Sexual Aplicadas en Acuicultura JUAN MANUEL VIDAL LÓPEZ, WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ, CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ, ARLETTE AMALIA HERNÁNDEZ FRANYUTTI Y ULISES HERNÁNDEZ VIDAL	49
NOTA	
Preferencias alimenticias de las especies comerciales más importantes del genero <i>Lutjanus</i> en el litoral costero del estado de Tabasco, México ARTURO GARRIDO MORA, PAVEL ALEKSEI CASTILLO-ENRIQUEZ Y FCO. JAVIER FELIX TORRES	55
Buscadores Verdes (Green Browsers) LILLY GAMA	59
NOTICIAS	
Proyectos de Investigación	63
Avisos	69

