



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

[raximhai@uaim.edu.mx](mailto:raximhai@uaim.edu.mx)

Universidad Autónoma Indígena de México  
México

Santamaría-Miranda, Apolinar; Heredia-Bacasegua, Jesús Humberto; Apún-Molina, Juan Pablo;  
Román-Vega, Martín Armando; García-Rodríguez, Luis Daniel; Trigueros-Salmerón, José Ángel  
MASCULINIZACIÓN DE LA TILAPIA ROJA OREOCHROMIS SPP. CON EL ESTEROIDE ACETATO  
DE TREMBOLONA (ATB) SUMINISTRADO EN EL ALIMENTO  
Ra Ximhai, vol. 8, núm. 3b, septiembre-diciembre, 2012, pp. 137-142  
Universidad Autónoma Indígena de México  
El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

 redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo  
Sustentable

Ra Ximhai  
Universidad Autónoma Indígena de México  
ISSN: 1665-0441  
México

2012

## MASCULINIZACIÓN DE LA TILAPIA ROJA *OREOCHROMIS* spp. CON EL ESTEROIDE ACETATO DE TREMBOLONA (ATB) SUMINISTRADO EN EL ALIMENTO

Apolinar Santamaría-Miranda; Jesús Humberto Heredía-Bacasegua; Juan Pablo Apún-Molina;  
Martín Armando Román-Vega; Luis Daniel García-Rodríguez y  
José Ángel Trigueros-Salmerón  
Ra Ximhai, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3  
Universidad Autónoma Indígena de México  
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 137-142.

## MASCULINIZACIÓN DE LA TILAPIA ROJA *OREOCHROMIS* spp. CON EL ESTEROIDE ACETATO DE TREMBOLONA (ATB) SUMINISTRADO EN EL ALIMENTO

### MASCULINIZATION OF RED TILAPIA *OREOCHROMIS* spp. WITH STEROID TRENBOLONE ACETATE (TBA) PROVIDED IN THE FOOD

Apolinar Santamaría-Miranda<sup>1</sup>; Jesús Humberto Heredia-Bacasegwa<sup>2</sup>; Juan Pablo Apún-Molina<sup>1</sup>; Martín Armando Román-Vega<sup>1</sup>; Luis Daniel García-Rodríguez<sup>1</sup> y José Ángel Trigueros-Salmerón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesor Investigador. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-IPN Unidad Sinaloa, Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes # 250, Guasave, Sinaloa 81101, México. <sup>2</sup>Profesor Investigador. Universidad de Occidente Campus Mochis. Ave. Gabriel Leyva No. 169 Sur, Los Mochis, Sinaloa. C. P. 81200 México. asantama@ipn.mx.

#### RESUMEN

El cultivo de la tilapia en nuestro país ha presentado en los últimos años un auge y diversificación importante, esto debido al déficit alimenticio tanto en nuestro país como en el resto del mundo, existen algunas alternativas para aumentar la rentabilidad de su cultivo siendo también una actividad importante en el Estado de Sinaloa, principalmente en las comunidades adyacentes a las presas y embalses de agua. En la presente investigación se presentan los resultados obtenidos en el proceso de reversión sexual de alevines de tilapia roja *Oreochromis* sp., efectuado en las instalaciones del CIIDIR-IPN, Guasave Sinaloa. En el experimento se utilizó una población total de 4000 organismos, los cuales se distribuyeron en tres estanques, tratamiento hormonal mediante su integración en el alimento (ATB) y tres controles (C), los estanques eran de concreto con una capacidad de 500 L. de agua, la hormona fue aplicada al alimento, para ser suministrada por vía oral. El porcentaje de cambio de sexo fue determinado por la técnica "Squash". En el tratamiento de suministro de alimento hormonado. Los parámetros fisicoquímicos no presentaron diferencias significativas debido a que están en los límites permitidos en el cultivo de tilapias. La supervivencia en el tratamiento de suministro de hormona fue del  $89.6 \pm 2.5\%$  y el control de  $78.0 \pm 3.2\%$ . En el peso final (g) en el tratamiento de aplicación de hormona fue de  $0.52 \pm 0.02$  g y en el control fue de  $0.50 \pm 0.04$  g. En el porcentaje de la reversión sexual el tratamiento de hormona (ATB) fue de  $89.7 \pm 3.0\%$ , en el control (C) fue de  $57.0 \pm 2.3\%$ . Esto permitió conocer que es eficaz el uso de la hormona en el alimento.

**Palabras clave:** *Oreochromis* spp, reversión sexual, acetato de trembolona (ATB).

#### SUMMARY

The tilapia culture in our country has presented in recent years a significant rise and diversification, this due to the food shortage in our country and in the rest of the world, there are some alternatives to increase the profitability of their crop and is also an activity important in the state of Sinaloa, mainly in the communities adjacent to the dams and reservoirs of water. In the present study we present the results obtained in the process of sex reversal of red tilapia fingerlings *Oreochromis* sp., held at the premises of CIIDIR-IPN, Guasave, Sinaloa. The experiment used a total population of 4000 organisms, which were distributed in three hormonal treatment ponds by integrating them into the food (ATB) and three controls (C), were concrete ponds with a capacity of 500 L. water was applied to the food hormone to be administered orally. The percent change of sex was determined by the technique "Squash". In the treatment hormonado food supply. The physicochemical parameters were not significantly different because they are within the limits allowed in growing tilapia. Survival in the treatment of hormone delivery was the result was  $89.6 \pm 2.5\%$  and  $78.0 \pm 3.2\%$  control. In her final weight (g) application in the treatment of hormone was  $0.52 \pm 0.02$  g and the control was  $0.50 \pm 0.04$  g. The percentage reversal of the sexual hormone treatment (TBA) was  $89.7 \pm 3.0\%$  in the control (C) was  $57.0 \pm 2.3\%$ . This allowed to know which is more effective use of the hormone in the food.

**Keywords:** *Oreochromis* spp, sex reversal, trenbolone acetate (TBA).

#### INTRODUCCIÓN

La acuacultura que se realiza en México gira alrededor de pocas especies de cíclidos, las cuales son en su mayoría introducidas. Es evidente que la actividad ha tenido un desarrollo lento y poco eficiente, debido a la variedad de dificultades inherentes a la misma. Tales como deficiencias de orden técnico, ambiental, legal y financiero así como con la dependencia hacia insumos externos para su producción (Castillo, 2001). Por lo tanto, es necesario desarrollar tecnologías con el fin de optimizar la producción y suplir esta necesidad del mercado. La reversión sexual es una tecnología aplicable cuando se desean producir organismos de un sólo sexo. La manera más sencilla de crear poblaciones de un sólo sexo es la aplicación de hormonas el cual es el método utilizado normalmente en el país en la producción de crías masculinizadas.

Adicionalmente a esto, la producción de peces de un sólo sexo evita la reproducción no controlada y por consiguiente el tener productos de diferentes tamaños. El producto terminado en poblaciones de un sólo sexo son peces de tamaño uniforme (Mair *et al.*, 1997). Ha sido utilizada exitosamente en peces, incluyendo especies de tilapia. La razón es que en muchos organismos cultivados, los rasgos productivos como la tasa de crecimiento, edad de maduración, coloración, etc., difieren significativamente entre sexos (Lutz, 2001). Por ejemplo, en tilapia los peces machos tienen una tasa de crecimiento más alta que las hembras lo cual significa que es más rentable cultivar y comercializar los organismos machos. Con el objeto de asegurar tallas homogéneas en el cultivo de *Oreochromis* spp., se ha empleado la hormona androgenica 17 alfa-metil-testoterona, la cual modifica directamente las características sexuales y tiene un efecto adicional sobre las gónadas. De esta forma e independientemente de la utilización de la hormona, los individuos mantienen la segregación normal esperada de la especie en el momento de la fertilización en *Oreochromis* spp. (Castillo, 2001) y con la hormona Acetato de Trembolona en *Carassius auratus* (Marañon-Herrera *et al.*, 2008).

El tratamiento consiste en aplicar una hormona masculina para que los individuos genotípicamente hembras se conviertan en machos funcionales. En este trabajo de investigación se utilizará esta técnica para conocer los porcentajes de reversión sexual mediante la utilización de la hormona acetato de trembolona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron extraídos 4000 huevos los cuales fueron puestos en piletas de incubación con capacidad de 500 L. Al momento de la absorción del saco vitelino y a partir de la apertura de la boca del alevino, aproximadamente 15 días post-eclosión, se inicio el suministro de alimento concentrado que contenía la hormona (ATB) durante 60 días. En la preparación del alimento se utilizó el esteroide acetato de trembolona en el alimento, el cual contenía un 45% de proteína. La dosis empleada fue de 6 mg/kg de alimento, disuelta en 100 mL de alcohol etílico al 97% el cual fue incorporado al alimento por el método de evaporación de alcohol, la mezcla fue distribuida sobre una capa fina del alimento y se homogeneizó vigorosamente (Guerrero, 1975). La preparación del alimento del grupo testigo se realizó con el mismo procedimiento (incluyendo el alcohol), pero sin el esteroide. Los tratamientos se conformaron en dos grupos experimentales, con y sin esteroide, cada uno con tres repeticiones. Se registró diariamente en cada uno de las pilas de eclosión la temperatura, el oxígeno disuelto (oxímetro digital YSI® con precisión de  $\pm 0.1$  °C para temperatura y  $\pm 0.1$  mg/L), el pH (potenciómetro digital Ohaus® con precisión de  $\pm 0.1$ ). Se realizaron evaluaciones morfométricas cada semana se evaluaron el 50% de los organismos y fue registrado el peso total con una balanza digital marca Ohaus® con capacidad de  $450 \pm 0.001$  g. El agua de las piletas se mantuvo con aireación constante y el volumen perdido por evaporación fue recuperada en cada recambio de agua. Los desechos fisiológicos como heces y alimento no consumido fueron retirados diariamente con redes para acuario con luz de malla de 0.3 mm y con la ayuda de un sifón de manguera transparente de acuario 0.5 cm de diámetro.

### Evaluación de parámetros productivos

Se tomaron biometrías, cada semana, a el 50% de los organismos de cada réplica en los tratamientos y grupo control, para hacer las mediciones de peso (g). La toma de datos se llevó a cabo hasta los dos meses de edad. Para establecer la efectividad de cada uno de los tratamientos sobre el desarrollo gonadal de los organismos estos fueron sacrificados, al final del experimento, el 50% de ellos para realizar la técnica de squash, el cual consiste en aplicar una fuerte presión sobre las gónadas a las que previamente se les realizó una tinción con azul de metileno, puestas en un portaobjetos para observar la morfología del tejido con un microscopio, para determinar tejido uniforme sin células redondeadas visible correspondía a un macho, si se observaban, células grandes, redondas y si todo el tejido

presentaba oogonias correspondía a una hembra. Los datos fueron registrados en una hoja de cálculo Microsoft Excel procesados en el programa statistic versión 7.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros fisicoquímicos

El uso de compresores de aire para la inyección de oxígeno no fue un problema en el desarrollo del cultivo, exceptuando el inicio del experimento, cuando se presentaron ciertos problemas técnicos que fueron solucionados a la brevedad. Las concentraciones de oxígeno disuelto se presentaron entre  $8.0\pm0.5$  y  $8.5\pm0.5$  mg/L, La temperatura entre  $26.0\pm0.2$  y  $27.0\pm0.3$  °C, el pH entre  $7.0\pm0.5$  y  $7.5\pm0.5$  (Cuadro 1). Estos parámetros se consideran óptimos para el desarrollo adecuado de alevines de tilapia (ALICORP, 2004). En cuanto a la temperatura esta se mantuvo dentro de los  $26.0\pm0.2$  °C y  $26.5\pm0.5$  °C, intervalo que se encuentra dentro del óptimo para la especie (Bocek *et al.*, 1991; ALICORP, 2004). El pH es un factor variable que se ve directamente influenciado por la concentración de carbonatos ( $\text{CO}_3$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El intervalo de pH adecuado para tilapia es de  $7.0\pm0.5$  a  $7.5\pm0.3$  (Timmons *et al.*, 2002). En lo que respecta al presente experimento los valores de pH se encontraron dentro de los valores óptimos registrados de 7.30 a 7.70, lo cual implica la ausencia de problemas en el desarrollo.

**Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos durante los 30 días de muestreo.**

Parámetros	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Control
Oxígeno Disuelto	$8.5\pm0.5$ a	$8.0\pm0.5$ a	$8.2\pm0.5$ a	$8.5\pm0.5$ a
Temperatura	$26.3\pm0.3$ a	$26.5\pm0.5$ a	$27.0\pm0.3$ a	$26.0\pm0.2$ a
pH	$7.4\pm0.5$ a	$7.0\pm0.5$ a	$7.5\pm0.3$ a	$7.5\pm0.2$ a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, según MDS P<0.05

### Supervivencia

En el Cuadro 2 se presenta la cantidad de organismos observados y el porcentaje de cada sexo, identificados a través de la técnica de squash. En el análisis de supervivencia final se observaron los resultados esperados al obtener en el tratamiento con hormona  $89.6\pm2.5$  %, en el control esta supervivencia fue de  $78.0\pm3.2$  %. En cuanto a la sobrevivencia, en los dos grupos fue baja comparada con la esperada para la especie (80%) y se encontró que el tratamiento hormonal no afectó la supervivencia.

**Cuadro 2. Supervivencia de alevines hormonados.**

Parámetro	Tratamiento	Control
Supervivencia final (%)	$89.6\pm2.5$ a	$78.0\pm3.2$ b
Peso final (gr)	$0.52\pm0.02$ a	$0.50\pm0.04$ a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, según MDS P<0.05

En estudios previos obtuvieron una supervivencia menor en el grupo tratado con hormona; sin embargo, en ambos casos el valor fue muy similar (sin descender del 95%), indicando que la hormona utilizada bajo las condiciones de ese estudio no afectó la supervivencia de las truchas. En tilapia roja se observaron valores de supervivencia similares entre el grupo tratado y el control de más del 75% reportado para la especie durante los tres primeros meses de vida (López *et al.*, 2007). Para este trabajo la supervivencia de los alevines sometidos al tratamiento de inmersión también fue levemente superior a la de los alevines del tratamiento de reversión por alimento. El mayor porcentaje de reversión fue obtenido suministrado la hormona con el alimento, pero en este trabajo resultó mucho más costoso producirlo, por lo tanto, para aprovechar los bajos costos por el tratamiento por inmersión se sugiere modificar los momentos de exposición a la hormona.

### Crecimiento

En el peso final éste fue mayor en los organismos del tratamiento hormonal con  $0.52 \pm 0.02$  g, y en el control de  $0.50 \pm 0.04$  g. En el porcentaje de reversión sexual hormona (ATB) de 1000 organismos muestreados se obtuvo un total de  $897 \pm 3.0$  y de hembras  $103 \pm 0.3$ , siendo dicha reversión eficaz, dado que esta reversión en porcentaje equivale al  $89.7 \pm 3.0\%$ , en cuanto al control se obtuvieron  $570 \pm 2.3$  macho y  $430 \pm 2.3$  en el cual la reversión natural fue  $57.0 \pm 2.3\%$  (Cuadro 3). Se observan los resultados estadísticos para los pesos para el tratamiento y el control. En la Fig. 1 se observa un alevín de tilapia hembra a los 30 días y en la Fig. 2, se observa a un alevín de tilapia macho a los 30 días de nacida.



Figura 1.- Gónada de alevín ♀, de 30 días.

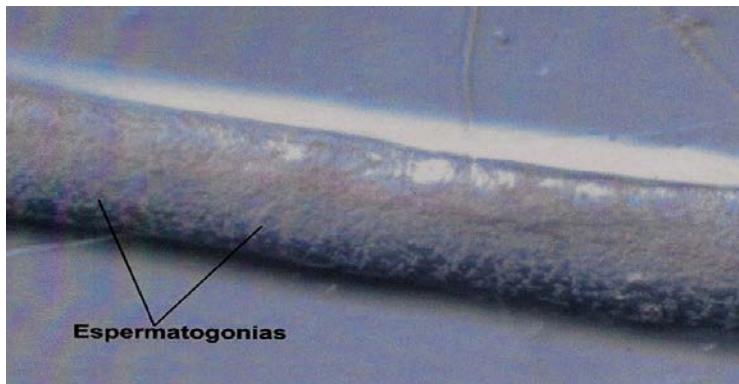


Figura 2. Gónada de alevín ♂, de 30 días.

Cuadro 3. Porcentaje de reversión sexual en alevines de tilapia después de 30 días de crecimiento.

Tratamiento	Número de organismos	Machos	Hembras	Reversión (%)
Hormona ATB	1000	$897 \pm 3.0$	$103 \pm 0.3$	$89.7 \pm 3.0$
Control	1000	$570 \pm 2.3$	$430 \pm 2.3$	$57.0 \pm 2.3$

El crecimiento en el control fue menor comparado con el tratamiento hormonal, sugiriendo que existió una relación positiva de la hormona sobre el crecimiento. Para la tilapia roja (*Oreochromis* spp.). El tratamiento hormonal con andrógenos se ha venido utilizando en tilapia (*Oreochromis* sp.) para obtener lotes solo hembras (monosexo). Se han utilizado diferentes dosis en alimento suministradas en las

primeras etapas de la vida del pez, buscando la reversión. Con los resultados encontrados se pudo observar que hubo reversión sexual de células gaméticas en los tratamientos con hormonas respecto al control.

La reversión se dio en un porcentaje alto, comparado con los resultados esperados basados en estudios anteriores y se sugiere que probablemente se deba a que la dosis utilizada en este trabajo fue el punto para obtener una buena reversión. La dosis de hormona se utilizó bajo un protocolo de preparación diferente al que había dado buenos porcentajes de reversión. Teniendo en cuenta la dosis utilizada, en el alimento garantiza la incorporación y homogenización de todo el concentrado con la hormona, llevando así a que todos los peces puedan tener igual contacto con la hormona durante el consumo.

En una investigación realizada en Chile, dosis de 1,0 y 0,5 mg/kg de alimento produjeron buenos porcentajes de neomachos (80%). Las dosis administradas oralmente de 250mg/kg de alimento ofrecida durante 60 a 90 días a partir del inicio de alimentación exógena produjo un 95% de masculinización en lotes 100% hembras. La dosis utilizadas para la aplicación de la hormona en tratamientos con el alimento había sido de 3 mg/kg alimento con una reversión del 90%. Se utilizó la misma dosis con un 57% de las hembras masculinizadas, 27% presentaron gónadas atrofiadas y 16% no fueron afectadas por el tratamiento (Mair *et al.*, 1997).

El uso de agentes masculinizantes ha sido reportado para acelerar el crecimiento de los peces (Lone and Matty, 1980; Marañón-Herrera *et al.*, 1999). En estudios sobre utilización de anabólicos, Lone and Matty (1980) reportaron un incremento significativo en la tasa de crecimiento de *Cyprinus carpio*, de 30 días de edad, tratados durante 90 días con 17 $\alpha$ -MT a dosis entre 2.5 a 5 mg/kg de alimento; Manzoor and Satyanarayana (1989) emplearon *C. carpio* tratada con 17 $\alpha$ -MT, donde utilizaron peces de un día de edad con tratamientos cortos de 30 días y altas concentraciones, de 300 y 400 mg/kg, de alimento. Después de 365 días, los resultados indicaron que los peces tratados crecieron mucho mejor que los peces del testigo con una ganancia de biomasa de entre el 40.6 y 46.9%. De esa manera los organismos invirtieron energía en el crecimiento y no en la maduración de las gónadas, que ocupan entre el 25 y 35% del peso total de la carpa.

La aplicación del ATB a una concentración de 300 mg/kg de alimento en juveniles de la carpa dorada de 60 días de edad fue exitosa, considerando que no causó daño a los peces tratados y funcionó como un eficiente agente anabólico, ya que al finalizar el período experimental los valores de supervivencia fueron del 100% (Marañón-Herrera, *et al.*, 2008).

## CONCLUSIONES

La aplicación del acetato de trembolona en la tilapia es una alternativa en el manejo de técnicas para mejorar el cultivo sobre el proceso productivo de una granja comercial, donde el alimento es el concepto más caro en el costo de operación de la unidad de producción. De lo anterior, se deduce la importancia en el porcentaje de efectividad de la reversión hormonal observada en éste experimento.

## LITERATURA CITADA

- ALICORP, S. A. 2004. **Manual de crianza de tilapias**. (En línea). Disponible en: [www.alicorp.com.pe](http://www.alicorp.com.pe).
- Bocek, A. J., R. P. Phelps and T. J. Popma. 1991. **Effect of feeding frequency on sex reversal and growth of nile tilapia, *Oreochromis niloticus***. Journal of Applied Aquaculture. 1:97-103.
- Castillo Campo, L. F. 2001. **Tilapia roja una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después**. Cali, Valle, Colombia. (En línea). Disponible en: [www.todomaiz.com/acquapia/](http://www.todomaiz.com/acquapia/)
- Guerrero, R. 1975. **Use of androgens for the production of all-male tilapia aurea (Steindachner)**. Transaction of the American Fisheries Society. 2: 342-348.

- Lone, K., Matty A. 1980. **The effect of feeding methyltestosterone on the growth and body composition of common carp (*Cyprinus carpio* L.).** General Comparative Endocrinology. 40: 409-424.
- López, C. A., Botero M. C., Carballo D. L. 2007. **Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) por inmersión utilizando 17 αmetil tetosterona.** Rev. Col. Cienc. Pec. 20:318-326.
- Lutz, C.G. 2001. **Practical genetics for aquaculture.** Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, U.K. November 2001. 256 p.
- Mair, G. C., Abucay J. S., Skibinski D. O. F., Abella T. A., Beardmore J. A. 1997. **Genetic manipulation of sex ratio for the large scale production of all-male tilapia *Oreochromis niloticus* L.** Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 54(2): 396-404.
- Manzoor, P., Satya G., Naraya N. A. 1989. **Growth improvement in carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus), sterilized with 17a-methytestosterone.** Aquaculture. 76:157-167.
- Marañón Herrera, S., Maya E., Salgado H. 1999. **Masculinización de *Xiphophorus helleri* (Pisces: Poeciliidae) inducida por los esteroides norgestrel y androstenediona.** Hidrobiológica. 9(1): 31-38.
- Marañón Herrera, S., V. Tijera Demesa, H. Salgado Zamora y E. Maya Peña. 2008. **Efecto del anabólico acetato de trembolona sobre el crecimiento de *Carassius auratus* (Pisces: Cyprinidae).** Hidrobiológica. 18 (1): 41-50.
- Menéndez, L. 1985. **Evaluación del cultivo de *Carassius auratus* y su rentabilidad en el criadero de producción ejidal en Atlacomulco, Morelos.** Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D. F. 82 p.
- Timmons, M. B., Ebeling J. M., Wheaton F. W., Summerfelt S. T., Vinci B. J. 2002. **Recirculating aquaculture systems. 2nd Ed., Northeastern regional aquaculture** Center, Cayuga Aquaculture Ventures, LLC Ithaca, NY. 650 p.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa por los apoyos otorgados a través de los proyectos “Optimización del cultivo de tilapia roja *Oreochromis mozambicus* durante la etapa de larva y juvenil” y del proyecto SIP-IPN “Análisis del cultivo de tilapia *Oreochromis* sp utilizando bacilos nativos con potencial probiótico”.

#### **Apolinar Santamaría Miranda**

Profesora Investigador Titular C del IPN-CIIDIR, Unidad Sinaloa. Realiza investigación en biotecnología del cultivo de peces marinos y dulceacuícolas.

#### **Jesús Humberto Heredia Bacasegwa**

Alumno de la licenciatura de Biología de la Universidad de Occidente, Campus Los Mochis.

#### **Juan Pablo Apún Molina**

Profesor Investigador Titular B del IPN-CIIDIR, Unidad Sinaloa. Realiza investigación en biotecnología de cultivos acuícolas.

#### **Martín Armando Román Vega**

Alumno de la maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente del IPN-CIIDIR, Unidad Sinaloa.

#### **Luis Daniel García Rodríguez**

Profesor asociado del IPN-CIIDIR, Unidad Sinaloa.

#### **José Ángel Trigueros-Salmerón**

Profesor-Investigador de la Universidad de Occidente, Campus Los Mochis. Realiza Investigación en Biología y ecología de peces.