

Efecto del sistema de aireación sobre el rendimiento de tilapia roja en estanques de geomembranas en Garzón-Huila

Nelson Embus Clavijo¹, Álvaro Dueñas Morales²

¹ Médico veterinario zootecnista, instructor Pecuario Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila,
E-mail: nembus@sena.edu.co

² Instructor acuicultura y medio ambiente, Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila,
E-mail: aduenas@sena.edu.co

Resumen

El objetivo del trabajo realizado fue validar la oferta tecnológica reciente sobre la producción acuícola usando piscinas circulares construidas en materiales sintéticos derivados del petróleo altamente impermeable denominadas geomembranas, en los cuales hipotéticamente se pueden intensificar el cultivo de mojarra. Se establecieron 3 estanques circulares de geomembranas con 7 metros de diámetro y 1,2 m de altura, a los cuales se les dotó de diferentes grados de tecnología ofertada en el mercado así: Estanque 1: con sistema de recirculación de agua a través de un cono sedimentador, filtro de arena, luz ultravioleta, sedimentación, biofiltros, aireación por caída a tanques auxiliares y aplicación de oxígeno producido por una planta generadora de O₂, mezclado en un difusor. Estanque 2: con aireación mediante la utilización de un blower de 1 Hp, inyectado con una manguera difusora porosa + recambio de agua del fondo del estanque. Estanque 3: aireación con un venturi artesanal y recambio de agua del fondo del estanque. Se establecieron 50 peces iniciales por m³ en cada uno de los estanques y se evaluaron sus rendimientos en cada fase. Las variables respuesta de cada uno de los sistemas fueron: peso de la biomasa, consumo de alimento, conversión alimenticia

y porcentaje de supervivencia. Los resultados mostraron que en los 3 sistemas la producción es viable técnica y económicamente cultivar la tilapia hasta los 235 gramos, esto debido al incremento de las dificultades técnicas para el manejo de las características fisicoquímicas del agua por la mayor demanda de oxígeno que a su vez se empeora con la elevación de amonio NH_3 y ácido carbónico H_2CO_3 , proveniente del metabolismo de la misma biomasa.

Palabras clave: alevinos, geomembranas, biomasa, conversión alimenticia, recirculación.

Abstract

The goal of the work was validate the recent technological offer on aquaculture production using circular pools built in highly impermeable synthetic materials derived from oil called geomembranes, where hypothetically it is possible to intensify the growing of tilapia. Three circular geomembrane pools were established with a diameter of 7 meters and 1.2 meters height, which were equipped with different levels of technology offered on the market in this way: Pond 1: water recirculation system through a sediment cone, sand filter, ultraviolet light, sedimentation, bio-filters, aeration by falling to auxiliary tanks, and oxygen application produced by an O_2 generating plant, mixed in a diffuser. Pond 2: aeration through the use of a 1Hp blower, injected with a porous diffuser hose + water replacement from the bottom of the pond. Pond 3: aeration with a handmade venturi and water replacement from the bottom of the pond. Fifty initial fish per m^3 were established in each of the ponds and their yields were tested in each phase. The responding variables of each of the systems were: biomass weight, feed consumption, feed conversion and percentage of survival. The results showed that in all three systems, it is technically and economically viable to growing tilapia up to two hundred thirty-five grams, this due to the increased of technical difficulties to manage the physicochemical characteristics of the water caused by the higher demand of oxygen which in turn is worsened by the elevation of ammonium NH_3 and carbonic acid H_2CO_3 , coming from the metabolism of the same biomass.

Keywords: fry, geomembranes, biomass, feed conversion, recirculation.

Introducción

Durante la última década en la zona del Huila se ha tratado de incrementar el uso de estanques de geomembranas como parte de la infraestructura para la explotación intensiva de mojarra, en parte debido a la oferta tecnológica desbordada hecha desde las casas comerciales que venden los montajes de estanques y los equipos como parte de un paquete tecnológico no validado, que deslumbra a espectadores y productores al escuchar como ventaja una posibilidad de pasar de 3 a 5 peces/m² en estanques en tierra para producir 1,5 – 2,5 kg de pescado por m², a sembrar 50, 100, 150 y hasta más peces/m³ para producir en consecuencia hasta 75 o más kg/m³ en éstos modelos.

También este incremento de inversiones colosales en estos sistemas puede deberse a la ventaja ofrecida de controlar la producción, ahorrar agua, debido principalmente a que son sistemas cerrados que se sostienen solo con hacer un recambio parcial de 1% diario sin causar vertimientos y producir en poco espacio sin las condiciones de suelo y cantidad de agua que se requiere para el sistema en tierra.

Sin embargo, somos testigos de la gran cantidad de inversiones en estos modelos de producción en nuestra zona, que han terminado en completos fracasos con elevadas pérdidas económicas, siendo

alrededor de 120 millones de pesos por productor, lo cual termina siendo costado por el productor particular quien corre el riesgo tratando de adoptar estas ofertas tecnológicas aún no validadas.

Con frecuencia se escucha a quienes transfieren éstas ofertas tecnológicas que es posible llegar a producciones finales de engorde superiores a los 100 kg por m³, lo cual equivale a 200 peces de libra por m³, inclusive más, con lo cual las expectativas se agrandan y las cuentas económicas de las proyecciones dan cuentas positivas en el papel; pero cuando escuchamos de los primeros inversionistas sus grandes fracasos, con más frecuencia de lo que nos gustaría escuchar, que no quisieran saber nada más sobre esto y que han arrumado sus geomembranas y equipos, vemos la necesidad apremiante que nuestra institución SENA realice desde el programa de investigación Sennova las respectivas validaciones tecnológicas para que los productores no corran dichos riesgos.

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en su programa Sennova realiza investigación e innovación aplicada y desarrollo tecnológico pertinente a las necesidades de su entorno en cada una de las zonas que atiende, con el fin de dar respuesta y soluciones apropiadas a los problemas de cada uno de los sistemas productivos y empresariales, mediante el desarrollo de proyectos

de investigación e innovación aplicada y ejecutadas con sus aprendices e instructores como un valor agregado a la formación profesional integral. Ante esta sentida necesidad de validación tecnológica en acuicultura, los instructores investigadores autores del presente trabajo realizaron la validación tecnológica de la oferta mencionada, para generar conocimiento, riesgos y análisis de viabilidad económica del sistema de engorde intensivo de mojarra con el propósito final de que los productores tengan certezas experimentales en la zona y puedan tomar decisiones de inversión y/o adopción tecnológica más sustentadas y menos riesgosas como ha ocurrido hasta el momento; evaluando la producción en 3 estanques de geomembranas con tres niveles distintos de tecnología para el manejo del agua y oxigenación.

En todo sistema productivo acuícola es de vital importancia hacer una excelente oferta ambiental a la especie de acuerdo a sus necesidades fisiológicas, para lograr su máximo bienestar y en consecuencia permitir toda la expresión productiva; a partir de allí, la acuicultura por su particularidad de desarrollarse en un hábitat acuático, es aún más exigente puesto que hace necesario mantener siempre claro que la prioridad superior es mantener la calidad del agua, la cual está determinada por un conjunto de variables físicas (temperatura, salinidad, sólidos suspendidos, color, transparencia,

luz, cantidad y calidad), químicas (pH, alcalinidad, gases, compuestos orgánicos, inorgánicos, nutrientes), biológicas (virus, bacterias, hongos, protozoarios, fitoplancton y zooplancton), tecnológicas (densidad, recambio, biomasa, alimentación).

Estas condiciones en sistemas naturales interactúan hasta alcanzar el equilibrio con la especie de nuestro interés productivo, sin embargo, en nuestro afán de pasar los límites de rendimiento de las especies nos induce a la intensificación, ultra intensificación hasta el punto de establecer estanques artificiales donde podamos controlar la totalidad de los factores y variables mencionados. De acuerdo con lo expuesto debe quedar claro para todo productor y/o emprendedor que pretenda adoptar ésta tecnología productiva que es necesario tener total dominio y conocimiento de cada una de ellas para alcanzar buenos resultados, teniendo como base algunos datos y experiencias para contribuir con estas decisiones.

Materiales y métodos

Establecimiento de los estanques y equipos: Una vez ubicada la zona se procedió a realizar la explanación y diseño del montaje de los estanques con los equipos.

El método en cada caso fue comparar el comportamiento productivo de

la mojarra roja en cada sistema establecido:

Estanque # 1: Estanque circular con un diámetro de 7 metros y profundidad de 1,2 metros, el cual se llenó hasta 1 metro y se dejó 20 cm de pestaña de seguridad, almacenando 38,5 m³ de agua. A este sistema se le incorporó los equipos tecnológicos necesarios para recircular el agua, higienizarla con luz ultravioleta, filtrar, oxigenarla y volverla a introducir al sistema con cono sedimentador, bombas eléctricas, lámpara ultravioleta, filtro de arena, estanques en geomembranas auxiliares con biofiltros inoculados con microorganismos eficientes aislados y producidos con los aprendices en la propia granja, generadora de oxígeno y difusor mezclador de agua.

Estanque # 2: Estanque circular con un diámetro de 7 metros y profundidad de 1,2 m, el cual se llenó hasta 1 metro y se dejó 20 cm de pestaña de seguridad, el cual almacenó 38,5 m³ de agua, se oxigenó mediante la utilización de blower, mangueras difusoras y recambio constante de agua.

Estanque # 3: Estanque circular con un diámetro de 7 metros y profundidad de 1,2 m, el cual se llenó hasta 1 metro y se dejó 20 cm de pestaña de seguridad, el cual almacenó 38,5 m³ de agua, se oxigenó con la utilización de venturi artesanal construido con PVC y recambio de agua.

Densidades de siembra: En cada estanque se establecieron 50 peces/m³, con el propósito hipotético de obtener una producción final de 25 kg por m³, sacándolos de 500 gramos por pez al cabo de 6,5 meses, iniciando con alevinos de 1,5 - 3 gramos reversados sexualmente. La proyección productiva para ofertar la producción, se hizo de acuerdo con los requerimientos de la demanda interna colombiana de peces comprendida entre 350 a 500 gramos con tallas entre 28 a 35 cm de longitud (OPTI, Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial, 2000).

Manejo: Se llenaron los estanques y se dejó esta agua sin recibir ningún tratamiento, se tomaron las características físicas y químicas con el equipo multiparamétrico con el fin de ver el comportamiento de las condiciones del agua mencionadas durante 5 días consecutivos.

Siembra: Los alevinos se recibieron en bolsas de manera coordinada con el proveedor para minimizar el choque térmico durante este proceso, dejando las bolsas flotando en los estanques por 2,5 horas para que las temperaturas se igualaran lo máximo posible, luego se abrieron y se permitió la entrada del agua del estanque a la bolsa en un mezclado lento permitiendo a la vez la salida casi voluntaria de los alevinos. Como durante las pruebas previas se encontró que el agua disponible tenía temperaturas bajas fue necesario dejar los estanques llenos 3 días

antes con lo que se logró subir hasta los 21 °C que corresponde a un valor cercano al límite inferior térmico, es por eso que este procedimiento se hizo más prolongado.

Mediciones de variables físico-químicas del agua: La medición de las variables fisicoquímicas del agua se tomó inicialmente 3 veces durante el día y una vez semanal durante la noche, esto se hizo con el uso de un equipo multiparamétrico.

Alimentación: Durante el primer día no se alimentaron los alevinos, esto se hizo a partir del segundo día y hasta que alcanzaron los 80 gramos a los

100 días, con un alimento en harina del 45% de proteína, porcentaje proteico del alimento que fue disminuyendo según la recomendación hasta el 38%, en dosis muy bajas según temperatura del agua como se ve en la Tabla 1, pero con mayor frecuencia cada 2 horas solamente durante el día soleado con muy poca variación, lo cual nos indicó mínimo 4 raciones/día promedio al inicio la cual fue disminuyendo hasta 3 raciones diarias, la cantidad de alimento se ofreció según la recomendación de la casa comercial y la temperatura del agua como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tabla de alimentación según la temperatura.

Producto	Peso del pez en g	Temperatura del agua					
		20	22	24	26	28	30
		Ración (% de biomasa/día)					
Mojarra 45	0,1-5	4-3	5-4	6-4,5	7-5	7,5-5,5	8-6
Mojarra 40	5-10	2	3	3,5	4	4,5	5
Mojarra 38	10-20	1,8	2,7	3,1	3,6	4	4,5
Mojarra 24	200>450	0,9-0,7	1.2-1	1,2	1,4	1,5	1,6

Desde los 80 a los 350 gramos se alimentó con concentrado de 34, 32 hasta el 28% de proteína en una cantidad porcentual de la biomasa del estanque del 3% ajustada según la temperatura del agua como se relaciona en la Tabla 1. Ración repartida en 3 suministros por día excepto en días muy nubados cuando se alimentó dos veces. El ejercicio práctico de muestreo, pesaje y cálculo

de la biomasa para saber el peso de la ración diaria se hizo con aprendices de las diferentes formaciones que tienen en su diseño curricular éstos resultados de aprendizaje con lo cual se fortalecieron sus competencias al igual que todos los otros aspectos.

Este período comprendido entre los 350 a 500 gramos que se alimenta con concentrado del 24% de proteína

no se realizó en los estanques de geo membrana objeto de este estudio, sino que se completó en lagos en tierra por razones técnicas ya que desde los 245 gramos en adelante hasta los 300 gramos se presentó un estancamiento del crecimiento, alta mortalidad porque se vuelve muy crítico el manejo de las variables al incrementar los niveles de amonio y disminución del oxígeno disuelto, disminución del pH con lo que se estancó el crecimiento de los mismos.

Muestreos y ajuste de raciones:

Para el cálculo de raciones se muestreo cada estanque y se calculó la biomasa, luego se aplicó la siguiente fórmula para saber los gramos de alimento a suministrar diariamente, el cual se dividió en el número de raciones según temperatura.

$$\text{Gramos de alimento/día} = \frac{\text{biomasa}}{\text{g x alimentación \%}}$$

Cosecha, pesaje, registro y traslado a estanques de tierra:

Los peces fueron capturados con red, pesados y trasladados al estanque en tierra registrando sus datos para calcular las variables objeto de estudio como porcentaje de supervivencia, incremento de peso y conversión alimenticia.

Resultados

Medición de temperatura durante fase pre siembra: Los promedios

obtenidos antes de la siembra fueron de temperatura 17,8 °C, pH 6,7 y oxígeno disuelto 5,8 ppm. En la Tabla 2 se muestran los resultados de los rendimientos en términos de conversión alimenticia por estanque por ciclo:

Tabla 2. Rendimiento de la tilapia en la fase inicial.

ESTANQUE	1	2	3
Peso inicial g	1,5	1,5	1,5
Peso final g	85	95	104
Aumento biomasa g/ciclo	83,5	93,5	102,5
Días duración ciclo	100	100	100
Ganancia diaria g	0,84	0,94	1,03
Supervivencia%	80	85	87
Volumen disponible de agua en m ³	38,5	38,5	38,5
Densidad final kg/m ³ ciclo	3,4	4,1	4,5
Conversión alimenticia	1,1	1,02	1,0

Durante esta primera fase con una duración de 100 días, los peces tuvieron ganancias diarias en gramos de 0,84, 0,94 y 1.03 en cada uno de los estanques 1,2 y 3 respectivamente, al igual que el porcentaje de supervivencia tuvo valores ascendentes entre los estanques 1, 2 y 3; esta supervivencia y rendimiento está relacionada probablemente al grado de mantenimiento de las variables fisicoquímicas del agua en cada estanque, que entre más artificial y dependiente menos eficiente es para las variables mencionadas.

En la variable de conversión alimenticia no hubo diferencias significativas $P > 0,05$ entre los tres estanques.

Tabla 3. Rendimiento de la tilapia en la fase de preendorde

ESTANQUE	1	2	3
Peso inicial g	85	95	104
Peso final g	260	296	308
Aumento biomasa g/ciclo	175	201	204
Días duración ciclo	120	120	120
Ganancia diaria g	1,46	1,68	1,7
Supervivencia %	78	80,5	89,2
Volumen disponible de agua en m ³	38,5	38,5	38,5
Densidad final kg/m ³ ciclo	8,1	10,1	12
Conversión alimenticia	1,74	1,52	1,41

Discusión

Se observa que las variaciones en cada parámetro no es muy grande, encontrando que la temperatura es un factor crítico puesto que se mantuvo muy fría para la especie *Oreochromis* sp. que se pretende establecer y evaluar, para tratar de mitigar en parte este posible impacto negativo para la especie se estableció que los recambios fueran estrictamente los mínimos necesarios 10% según la necesidad.

Aunque en todos los sistemas de explotación acuícola los factores fisicoquímicos y las interacciones biótica y abióticas son esenciales, es necesario prestar especial atención a las variables mencionadas sobre todo por tratarse de sistemas de explotaciones acuícolas en estanques artificiales sintéticos (geomembranas) en los cuales resulta especialmente sensibles

a cualquier cambio y dependiente total del hombre; por éstas razones describiremos cada una de las cuales se tuvieron en cuenta en el desarrollo de presente proyecto.

Temperatura: Los peces tienen una temperatura corporal que depende del medio (poiquilotermos) y son sensibles a los cambios de la temperatura (termófilos). De acuerdo con lo anterior éste factor es muy importante entre los factores fisicoquímicos, porque además se influye en el consumo de oxígeno, está estrechamente relacionado con otros factores ambientales que varían según los cambios térmicos y los afecta directamente como la concentración de oxígeno disuelto y salinidad afectando la ecología del agua, la descomposición de la materia orgánica del agua, presentando una aceleración ante un incremento de la temperatura; para las mojarra la temperatura debe estar entre 22 a 30

grados, fuera de esos valores decae la actividad metabólica de los peces.

Oxígeno: Entre los parámetros fisicoquímicos es el más importante en el cultivo de especies acuáticas, es determinante en la vida de todos los seres aerobios, entre 400 a 500 especies respiramos en el aire, en el mundo acuático la mayoría de los organismos respiran en la superficie acuática donde hay alta concentración de O_2 ; usan burbujas de aire para oxigenar el agua y hacen respiración branquial. Los peces respiran 6 a 8 mg de oxígeno por gramo de peso corporal en promedio al día.

Entonces deberemos propender por mantener niveles de oxígeno por encima de 5 ppm (5mg/litro) por 16 horas y no menos de 3 ppm (3mg/litro) en las restantes 8 horas, entendiendo que los niveles varían entre el día y la noche, por la fotosíntesis entra el 90% a 95%, el segundo entra por difusión del aire, por lo tanto es más crítica su concentración en la noche.

La cantidad de oxígeno disponible en el agua es directamente dependiente de otros factores como la temperatura, que al elevarse lo disminuye al igual que la salinidad y la elevada materia orgánica que al descomponerse también lo disminuye notablemente, entre otros, y oscila entre el día y la noche.

Por lo tanto, en nuestros estudios y en este tipo de explotación es necesario la permanencia de personal las 24

horas en estas explotaciones, ya que un cambio brusco del mismo o disminución crítica en el estanque, resulta en un desastre para la supervivencia de los peces, tal como ocurrió en este experimento en el que tuvimos mortalidades del 100% en una caída del oxígeno en una noche que alcanzó a 0,22 ppm de oxígeno por un tiempo de 3,5 horas al fallar el sistema eléctrico y daño en la planta, y ante la dificultad de permanencia del personal encargado las 24 horas.

El pH ideal para la mojarra y peces en general debe estar muy cercano a 7, aunque un rango entre 6,7 y 8,6 es bien tolerado por la especie, para mantenerlo es necesario encalar y mantener un estricto control de todas las variables que lo modifican fácilmente, encontramos que en horas de la mañana y con alcalinidad y dureza normales de 20 y 150 ppm respectivamente el pH se encontró entre 7,3 y 8,8 ppm sin afectar el comportamiento de la mojarra; con valores por fuera de este rango cuando la alcalinidad estuvo por debajo de 20 ppm se presenta estrés en los peces afectando su comportamiento productivo. Los estanques artificiales circulares con geomembrana son alternativas que permiten incrementar las densidades/m³ de los peces, que exigen inversiones iniciales altas en maquinarias, equipos y sobre todo un conocimiento y/o capacitación permanente del manejo del sistema acuícola como de la especie a explotar.

Según los resultados obtenidos en éstos sistemas de explotación fueron los sembrados para las etapas de cría (1-80 g) y pre engorde de mojarra roja (80 hasta 200 -250 g/pez).

La opción productiva en estanques artificiales de geomembrana en este caso, es una solución para producir proteína de alto valor nutricional principalmente en zonas donde los otros sistemas como estanques en tierra con baja disponibilidad de agua son limitantes, para lo cual se recomienda finalizar temprano el ciclo productivo no más de 350 gr, debido a que de allí en adelante la supervivencia de los peces disminuye dramáticamente.

En estos sistemas de explotación acuícola se requiere disponibilidad de mano de obra calificada las 24 horas. Es necesario seguir investigando, innovando y validando tecnologías apropiadas que permitan encontrar alternativas o combinación de algunas de ellas para incorporarlas a los recipientes de geomembranas que hagan económica y técnicamente viables éstos sistemas, como la utilización de venturi, aireadores, sopladores y biofloc, etc.

Teniendo en cuenta que el porcentaje de supervivencia fue muy bajo y el crecimiento se detuvo en los peces después de los 200 gramos, se optó por realizar los pesajes y registros finales para continuar con la fase final del proyecto en estanques en tierra; las causas de la mortalidades

elevadas y el bajo crecimiento de los animales se debió a varios factores que se comparten a continuación con el fin de tenerlos en cuenta en este tipo proyectos así:

1. En estanques artificiales la producción es totalmente dependiente de la mano de obra durante las 24 horas, en nuestro caso en horas nocturnas no se pudo asegurar esta asistencia.
2. Los sistemas de recirculación, aireación y oxigenación dependen de un suministro eléctrico suficiente y estable ya que es totalmente dependiente y es necesario contar con plantas eléctricas ojalá que enciendan automáticamente.
3. En el desarrollo del proyecto tuvimos unos fracasos iguales o similares a los reportados por algunos productores como una noche en la que hubo mortalidad del 100% de los animales en los estanque 1 y 2 en momentos distintos, en el caso del estanque 1 sucedió elevación de amoniaco, disminución de oxígeno e hipoxia al apagarse los aparatos eléctricos durante la noche por daño a una de las bombas, en el segundo caso estanque 2 sucedió por hipoxia, por intoxicación al recibir agua contaminada por herbicida que se aplicó sobre la acequia por donde baja la fuente del recambio.
4. El incremento de la biomasa con el crecimiento de los peces,

aumenta la demanda de alimento y la disponibilidad de materia orgánica en los estanques tanto por sus heces, sobrantes alimenticios y peces muertos, lo cual produce elevación de amonio NH_3 , disminución significativa del oxígeno y del pH a niveles que disminuyen o anulan el consumo con la disminución o detenimiento del crecimiento y produce mortalidad elevada. Se pudo evidenciar que los sistemas de producción en estanques de geomembranas con recirculación de agua, aireación con sopladores como blower más recambio y recambio más aireación con venturi son buenas alternativas para hacer cría y pre-engorde hasta los 250 gramos, a partir de allí resulta crítico e inviable técnica y económicamente.

5. Es muy importante tener en cuenta dentro de los costos de producción que por cada unidad de potencia de un equipo (Hp) se consumen 0,75 kilovatios por hora, lo cual debe multiplicarse por 24 horas y por los 6,5 o 7 meses del ciclo, lo cual resulta significativo dentro de éste rubro.
6. La inversión inicial es muy alta en nuestra zona ya que las lonas de geomembrana, la instalación y puesta en marcha de una unidad con sus equipos está por encima de los 160 millones de pesos más un capital de trabajo de 40 millones de pesos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa Sennova por el apoyo financiero para el desarrollo de este ejercicio, a los aprendices del Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila por el apoyo técnico.

Referencias bibliográficas

- Atwood H.L., Tomasso J.R. y Glatin D.M. (2003). Low-temperature tolerance of Nile
- Tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. *Aquaculture Research* 34, 241-251.
- Barnabé, G. (1991). *Acuicultura*. Editorial Omega. 1148 pp.
- Boyd, Claude E. (1990). Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. USA.
- Boyd, Claude E. (1982). Water quality management for pond fish culture. *Developments in aquaculture and fishery sciences*, 9. Elsevier scientific publishing company, Amsterdam, Oxford, Nueva York. 318 p.
- Cantor Atlatenco, F. (2007). Manual de producción de tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. Pg. 23. 135 pp.
- Castillo-Campos, L.F. (1994). La historia genética e hibridación de la tilapia roja. Comarpez Ltda. Cali, Colombia.
- Chervinski, J. (1982). Environmental physiology of tilapia. In: the biology and culture of tilapia (Ed. By R.S.V. Pullin & R.H. Lowe McConnell), pp. 119-128. ICLARM Conference Proceedings 7. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Roberts, R. (1981). Patología de los Peces. Ediciones Mundi-Prensa, pag. 182.
- Salazar, A. G., (1995). Consideraciones generales sobre la acuicultura. *Fundamentos de Acuicultura Continental*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Colombia. Pag 1 -19.
- Watanabe, W. O., K.M. Burnett, B.L. Olla and R.I. Wicklund. (1989). The effects of salinity on reproductive performance in Florida red tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society* 20: 223-229.
- Watanabe, W. O., B. L. Olla, R. I. Wicklund and W. D. Head. (1997). Saltwater culture of the Florida red tilapia and other saline-tolerant tilapias: a review. Pages 54-141 in B.A.
- Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 1. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.