

LOS METODOS SUSTENTABLES DE PISCICULTURA

Carlos Mario Franco Gómez. MVZ. Esp. Acuicultura.

Granja Piscícola **Tilapez.**

camafra1@yahoo.es Celular: 3117338325 Cartago (V)

Página web: www.tilapez.blogspot.com <http://www.tilapez.8m.com>

Palabras clave:

Alevino: Pez pequeño ya listo para ser sembrado para engorde.

Bioseguridad: Medidas físicas, químicas y biológicas, adecuadas para prevención, control y erradicación de enfermedades infecciosas en los medios acuáticos.

Capacidad de carga : Kg /m² o kg/m³

Plancton: Organismos microscópicos suspendidos en el agua (fito y zooplancton).

Hapas: Especie de jaulas sin marco rígido que se ubican dentro de un cuerpo de agua.

ICA o índice de conversión de alimento o conversión: kg de alimento dados para producir 1 kg de pez vivo.

Larva: Pez recién eclosionado de su huevo, que comienza su formación

Trófico: Medio o nivel de alimentación

RESUMEN

Es claro que la demanda de proteína de origen animal (alto valor biológico) y que se pueda producir a bajo costo, se incrementa día a día; por el crecimiento de la población humana. La acuicultura, específicamente la piscicultura es la generadora de los mayores niveles de producción y con mayor eficiencia para la transformación del alimento artificial, frente a las otras especies de importancia pecuaria (145.000 millones de ton/año = 17 kg /per capita), de los cuales el 50% ya es producido en sistemas de cultivo, frente al detrimento y capacidad de producción de los ambientes naturales, afectados por la sobre captura, contaminación química (metales pesados, petroquímicos, etc.), contaminación biológica por deyecciones humanas, virus, hongos y bacterias transmitidos por cultivos en jaulas dentro de ambientes naturales (Salmón), que han contribuido a desequilibrar la dinámica de poblaciones de los ambientes naturales . La producción piscícola tendrá que ser aliada al hombre en su dependencia por el mismo recurso y aprovecharlo al máximo contribuyendo a la conservación ambiental; por lo tanto se hace necesario e inmediato adoptar modelos que racionalicen su uso, con sistemas cerrados intensivos o superintensivos, basados o no en modelos de aireación y/o recirculación que permitan obtener altas producciones por área, reusando el agua, con uso intensivo de mano de obra y bajos costos. Esto implica pasar de 1,5 a 2 kg/m² de capacidad de carga a 4 - 12 kg/m².; de 1 hombre/ha a 4 hombres/ha., de 1,7 a 1,2 kg de alimento/kg de pez vivo en alimento comercial; de ambientes con aguas claras y alta eliminación de aguas con residuos alimenticios a aguas verdes recicladas y con sólidos decantables dentro del sistema para no ser contaminantes; en la actualidad de \$3.200 por kilo a \$2.870 por kilo de pez vivo.

1. INTRODUCCIÓN

Para la especie humana la generación de proteína de origen animal y de alta calidad, siempre, ha sido prioridad que cada vez se incrementa; la acuicultura y específicamente la piscicultura son la producción pecuaria llamada a ser la gran proveedora de estos nutrientes para la especie humana.

Según la FAO (2011) “ La acuicultura es la fuente de proteínas animales con un crecimiento más rápido a nivel mundial, y hoy en día aporta más de la mitad de todo el pescado consumido en el mundo, según un informe publicado por la FAO.” De la misma forma expresa “El informe [La acuicultura en el mundo 2010](#) indica que la producción global de pescado de acuicultura creció más del 60 por ciento entre los años 2000 y 2008, desde 32,4 millones de toneladas a 52,5 millones. También prevé que para 2012 más del 50 por ciento del pescado consumido a nivel mundial como alimento proceda de la acuicultura. Con la producción del pescado de captura estancada y el incremento demográfico, se considera que la acuicultura tiene el mayor potencial para producir más pescado en el futuro y atender la demanda creciente de alimentos acuáticos inocuos y de calidad”, según el informe. ”

Los métodos convencionales nos hablan de una piscicultura dependiente del uso de alimento balanceado (artificial) y por lo tanto con altos recambios de agua (contaminado aguas); luego, todos los métodos que racionalicen el uso del recurso agua, ya sea por producciones que se ajusten a las capacidades que brinde el medio o por producciones intensivas o superintensivas, amigables con el ambiente que además de optimizar, el espacio y el recurso agua, incrementan el uso de mano de obra y así generar los resultados que demanda el incesante crecimiento de la especie humana y su predilección por las carnes de pescado. El cuadro 1. muestra las cantidades producidas y demandadas desde 2004 hasta el 2009.

La producción pesquera total (de captura y acuicultura) continúa aumentando pero gracias sólo a la acuicultura. Las cifras de la FAO para 2009 arrojan un nuevo máximo de 145,1 millones de toneladas (excluidas las plantas acuáticas) y proyectadas 147 millones para 2010, frente a 139,8 millones de toneladas en 2007. La producción en 2007 se estimó en 145 mil millones de toneladas, lo que confirmaría la tendencia a largo plazo de aumentos moderados. China confirma su condición de productor principal, con 52 millones de toneladas en 2006, de los cuales 34 millones de toneladas son de la acuicultura. En total, el 80 por ciento de la producción mundial de pescado y productos pesqueros tiene lugar en los países en desarrollo.

Según el último reporte de la FAO “ La acuicultura ya produce la mitad del pescado que se consume el mundo. de acuerdo a esto, las proyecciones de la FAO, era que en 2015, podría aliviarse la salud de las pesquerías salvajes; sin embargo, una investigación realizada en la Universidad de Stanford, en California (EEUU), ha revelado que algunas piscifactorías (cultivo de salmonidos) requieren hasta cinco veces más carne de especies marinas, para la alimentación de los animales de la instalación, de la que producen las propias especies comerciales presentes en ellas.

Cuadro N° 1. Niveles de producción mundial de pescado (2010)

Producción y utilización de la pesca y la acuicultura en el mundo

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
(Millones de toneladas)						
PRODUCCIÓN						
CONTINENTAL						
Captura	8,6	9,4	9,8	10,0	10,2	10,1
Acuicultura	25,2	26,8	28,7	30,7	32,9	35,0
Total continental	33,8	36,2	38,5	40,6	43,1	45,1
MARINA						
Captura	83,8	82,7	80,0	79,9	79,5	79,9
Acuicultura	16,7	17,5	18,6	19,2	19,7	20,1
Total marina	100,5	100,1	98,6	99,2	99,2	100,0
TOTAL CAPTURA	92,4	92,1	89,7	89,9	89,7	90,0
TOTAL ACUICULTURA	41,9	44,3	47,4	49,9	52,5	55,1
TOTAL PESCA MUNDIAL	134,3	136,4	137,1	139,8	142,3	145,1
UTILIZACIÓN						
Consumo	104,4	107,3	110,7	112,7	115,1	117,8
Usos no alimentarios	29,8	29,1	26,3	27,1	27,2	27,3
Población (miles de millones)	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8
Suministro per cápita de pescado comestible (kg)	16,2	16,5	16,8	16,9	17,1	17,2

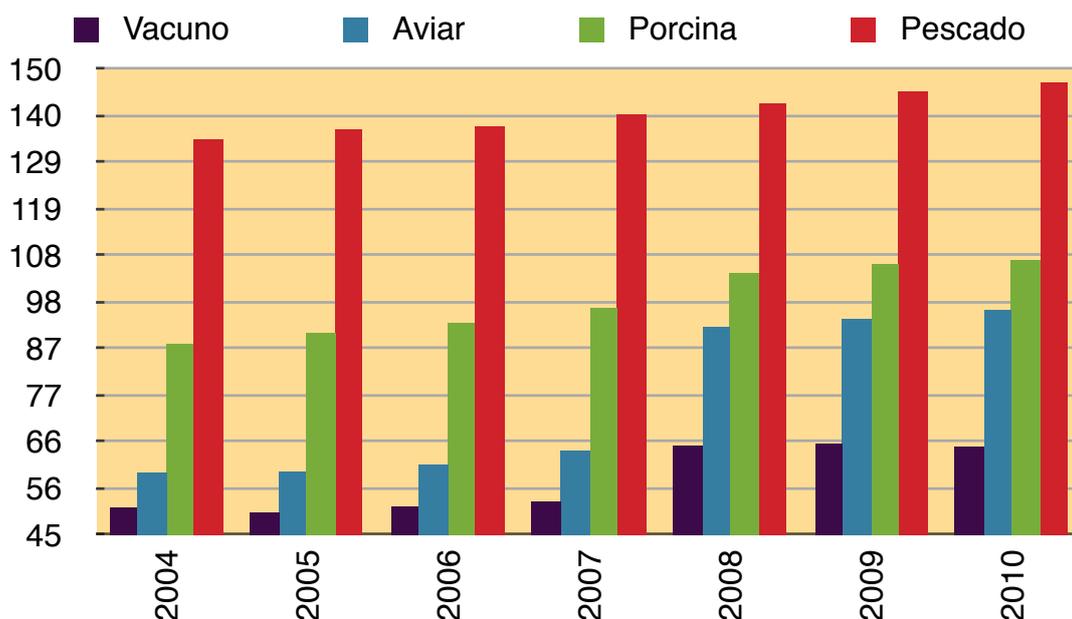
Nota: No se contabilizan las plantas acuáticas. Las cifras para 2009 son cálculos provisionales.

Fuente, FAO.org.

Panorama del mercado mundial de la carne					Panorama del mercado mundial del pescado				
	2008	2009 estím.	2010 pronóst.	Variación de 2010 a 2009		2008	2009 estím.	2010 pronóst.	Variación de 2010 a 2009
	millones de toneladas			%		millones de toneladas			%
BALANZA MUNDIAL	279.4	283.9	286.2	0.8	BALANZA MUNDIAL	142.3	145.1	147.0	1.3
Producción					Producción				
Carne de bovino	65.2	65.7	65.0	-1.1	Pesca de captura	89.7	90.0	89.8	-0.2
Carne de ave	91.9	93.7	95.7	2.2	Acuicultura	52.5	55.1	57.2	3.8
Carne de cerdo	104.0	106.1	107.0	0.9	Valor del comercio (miles de millones de USD de exportaciones)	102.0	95.4	101.9	6.8
Carne de ovino	12.9	12.9	13.0	0.1	Volumen del comercio (peso vivo)	55.2	54.9	55.3	0.7
Comercio	25.9	25.4	26.1	2.8	Utilización total				
Carne de bovino	7.4	7.4	7.6	3.0	Consumo humano	115.1	117.8	119.5	1.5
Carne de ave	11.1	11.1	11.3	1.5	Piensos	20.2	20.1	20.1	-0.1
Carne de cerdo	6.3	5.8	6.1	5.3	Otros usos	7.0	7.2	7.4	2.8
Carne de ovino	0.9	0.8	0.8	1.9	INDICADORES DE LA OFERTA Y LA DEMANDA				
INDICADORES DE LA OFERTA Y LA DEMANDA					Consumo humano per cápita:				
Consumo humano per cápita:					Mundo (kg/año)	41.7	41.9	41.8	-0.3
Mundo (kg/año)	41.7	41.9	41.8	-0.3	Desarrollados (kg/año)	81.5	81.1	80.7	-0.4
Desarrollados (kg/año)	81.5	81.1	80.7	-0.4	En desarrollo (kg/año)	31.0	31.5	31.5	0.1
En desarrollo (kg/año)	31.0	31.5	31.5	0.1	Índice de la FAO para los precios de la carne (2002-2004=100)	2008	2009	2010 Ene-Oct*	Variación de Ene-Oct 2010 a Ene-Oct 2009 %
Índice de la FAO para los precios de la carne (2002-2004=100)	2008	2009	2010 Ene-Oct*	Variación de Ene-Oct 2010 a Ene-Oct 2009 %					
	128	118	134	14.0	Índice de los precios de pescado (2005=100)	2008 Sept.	2009 Sept.	2010 Sept.	Variación de Sept. 2010 a Sept. 2009 %
						128	117	127	8.5

* Estimación para septiembre y octubre.

Gráfica N° 1 Producciones mundiales comparativas sector pecuario (2002 a 2010)



Fuente: FAO 2010

Ya conocedores de la importancia de la acuicultura dentro del concierto mundial de producción de proteína de origen animal, agregando que la demanda mundial ha tenido un crecimiento promedio en los últimos 10 años del 8,9% anual, que la pesca de captura en aguas dulces y saladas disminuye, que la producción de cultivo para el 2012 de acuerdo a las proyecciones es mayor del 60% de la producción mundial y que la acuicultura utiliza el mismo recurso vital para la existencia del ser humano; recurso por el que no puede desplazar o competir, no ser contaminante, utilizar sistemas de energía renovable y aumentar la demanda de mano de obra. Para esto se hace necesario implementar sistemas de producción que optimicen los recursos necesarios para la producción acuícola.

2. MODELOS DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE .

Hay 2 formas generales de ser ecosustentable, (eficiente y no contaminante):

1. Producciones ajustadas a la oferta ambiental (extensivas a semiintensivos), con producciones muy pobres que solo optimizan el recurso agua, pero no así los otros recursos.
2. Sistemas intensivos o superintensivos, con uso de aireación y/o recirculación con procesos, que no contaminen.

En la Conferencia Mundial de Acuicultura, del 2010, en el panel sobre el Uso Responsable de los Recursos para una Acuicultura Sostenible, los expertos recomendaron:

1. Para aumentar la rentabilidad de los sistemas de recirculación en la acuicultura, se debe acelerar el desarrollo y el uso de los sistemas de energía renovable.
2. Se debe acelerar el desarrollo de los sistemas integrados de la cultivos en jaula tales como bicultivo , policultivo, o sistemas sumergidos en aguas abiertas, que no solo se dependa de cultivos en estanques.
3. Desarrollar y difundir los sistemas de alimentos artificiales y los naturales (productividad primaria) para incrementar la eficiencia y rentabilidad de las materias primas terrestres y acuáticas.
4. El uso de indicadores y evaluación de parámetros técnicos que demuestren al eficiencia y sostenibilidad de la acuicultura al compararla con otros sectores de la producción de alimentos.
5. Hay una necesidad de una difusión más amplia y eficaz de innovaciones en acuicultura.
6. Criar y engordar especies que por su perfil genético, sean mas eficientes que otras. (consciencia del consumidor)

2.1 Reproducción de peces de aguas cálidas (alevino orgánico “sello verde”)

Para el manejo de reproducción, los diseños de las granjas así tengan buen volumen de agua disponible, deben tener en la cuenta trabajar a futuro con mínimos recambios de agua, por ejemplo es perfectamente viable, desarrollar una granja que tenga máximo un 5 a 10% del volumen total de la granja como recambio diario (perdidas por evaporación + filtración + uso operacional) ; si pensamos en un sistema de equilibrio ajustado al potencial de producción que nos permita la interrelación agua suelo, nuestras producciones serán eficientes; un cuidadoso estudio de las condiciones ambientales nos llevaran a un diseño que permita su optimización. Si le damos a los peces las condiciones que necesitan, obtendremos su máximo potencial; los niveles de producción se pueden intensificar con el uso de sistemas de aireación, que no generen gran turbulencia.

El alevino revertido hormonalmente, no es un alevino contaminante ni dañino para el consumo humano, pues los niveles de hormonas son muy bajos ; ahora, la farmacocinética de la hormona, indica que la eliminación de la hormona es muy rápida; a las 24 horas de suspendido el tratamiento se ha eliminado el 99% de la hormona y a los 30 días solo queda un residuo del 0,1%, a los 90 días no hay rastro alguno, recordemos que los peces son comercializados después de 5 a 10 meses de cultivo. El consumo de alimento de una post-larva hasta alevino durante 30 días del proceso es de 0,3 a 0,45 gramos, por lo tanto el rango de hormona consumida es de 0,01 mg(miligramos) o 10,5 ng (nanogramos) a 0,027 mg (miligramos) o 27 ng (nanogramos) durante todo el proceso. Los niveles sanguíneo de testosterona humana en hombres, son de 300 a 1.000 ng/dl (nanogramos por decilitro) y en mujeres 20 a 80 ng/dl (nanogramos por dl); por lo tanto podemos concluir que la cantidad de hormona masculinizante que consume un pez durante la fase de inversión sexual, es inferior a los valores hormonales normales en hombres y mujeres, además en el momento de comercializar el pez, estos escasos valores han desaparecido.

2.2 Sistemas sustentables de engorde de peces de aguas calidas.

Actualmente la mayoría de los sistemas de producción piscícola en el País y parte del mundo son semintensivos con capacidades de carga de (1,2 a 2 kg/m²) donde la característica es el uso de grandes volúmenes de agua para tener medianos o altos recambios.

La tendencia de la piscicultura mundial es la de generar producciones intensivas o superintensivas con bajos volúmenes de recambio de agua o con sistemas que permitan reutilizar el recurso; las altas capacidades de carga optimizan el sistema o sea que las altas capacidades de carga dan mejor uso a los volúmenes de agua disponible; los sistemas de aireación y/o recirculación, al desgasificar, airear, oxigenar, permiten optimizar el recurso agua, con incremento y mantenimiento de los niveles de productividad primaria, por lo tanto mayor aprovechamiento de los alimentos naturales y artificiales, además la degradación de la materia orgánica ocurre **dentro** del mismo sistema sin contaminarlo..

Los niveles de producción extensiva o con sostenibilidad básica y uso de alimento artificial como suplemento, generan producciones de 0,7 a 1 kg/m². o 7.000 a 10.000 kg/ha/año, que contrastan con los niveles de producción intensiva y superintensiva (estanques, jaulas raceways o canales) de 4 a 50 o mas kg/m³ ciclo; ambos métodos con utilización de las mismas cantidades de agua, pero para la primera con el concepto en que el ambiente acuático es solo el hogar del pez y suministro de alimento natural en modestas proporciones (extensivo), sino que en la intensiva y/o superintensiva el ambiente acuático es un medio capaz de soportar grandes cantidades de alimento y de brindar un equilibrio trófico y sanitario "confort" que se regenera (autodegradable), dando como resultado una alta eficiencia en el uso de el espacio y la cadena trófica; estamos hablando entonces de cultivos en "**aguas verdes**".

Los sistemas de producción intensiva y/o superintensiva por recirculación , usando aguas verdes se caracterizan por:

1. Los requerimientos de agua son solo para reposición (evaporación y filtración) y uso operativo (pequeños recambios que no son diarios para eliminación de sedimentos tratables)=ecológico
2. Mayor termoestabilidad para el cultivo que redita, en menor tiempo y menor costo= eficiencia
3. Menor inversión de capital (bombas ,instalaciones de bombeo, sist. electricos), al comparar , el sistema de bombeo constante, con los recirculadores y aireadores que son de mayor eficiencia 1 HP de una bomba = 0,5 kg oxígeno/kwh, versus 1HP de aireador o recirculador = 1,9 a 2,5 kg oxígeno/kwh.
4. La eficiencia en el uso de alimentos o conversión de alimentos es menor por la utilización del plancton que es alimento natural; además se pueden usar alimento artificial se utiliza al máximo y el plan de alimentación puede diseñarse con menores niveles de proteína, porque los altos niveles de proteína buscan compensar la alta calidad biológica del plancton (que no es lo mismo).
5. En caso de aguas subterráneas, solo es necesario bombear una pocas horas al día= menor consumo eléctrico
6. Sustentabilidad ambiental, los desechos son tratados dentro del área del proyecto en el lago de oxidación, puede ser recirculado al sistema (no desaprovechar el alimento natural resultado de la degradación heterótrofa)
7. Siendo así, entonces cualquier fuente de agua, que tenga algunas limitantes, podrá ser fuente que se adecue para la producción piscícola.

8. Los sistemas intensivos y superintensivos, requieren mayor cantidad de mano de obra directa que los convencionales. convencional =1 hombre/ha. Intensivos 3-5 hombres/ha.
9. El costo total de producción es \$350 a \$552,25 pesos menos por kilo, por disminuir los costos fijos y dar mejor utilización al alimento artificial (ICA= Índice Conversión Alimenticia).

3. CONCLUSIONES

- La idea errónea de obtener las máximas producciones a cualquier costo económico o ambiental, desaparece frente al concepto de salud y **sustentabilidad**.
- El diseño de una explotación acuícola, debe obedecer a las **características y oferta del medio ambiente** y de los diferentes elementos necesarios para la producción; diseños que permitan elasticidad. De acuerdo al espacio y tipo de fuente de agua, enfocado a dar una buena dinámica al cuerpo de agua para así optimizar la capacidad de carga (1 a 1,5 kg/m²) con bajos recambios (menores del 10% semanal), y para el futuro instalar sobre la misma infraestructura modelos de recirculación que permitan expandir a capacidades de carga de (4 a 50 o mas kg/m³), con los mismos niveles de recambio, siendo así eficientes y no contaminantes.
- La interacción de las variables ambientales definen el **comportamiento del sistema acuático**, por lo tanto es nuestro deber adaptarnos e inteligentemente dirigir los niveles de producción hacia esas resultantes ambientales.
- Las buenas prácticas de manejo, deben ser elemento constante y no solo mientras se soluciona el problema sanitario, con la consecuente y **cotidiana evaluación**.
- Los sistemas piscícolas de producción **intensiva o superintensiva + bioseguridad= Productividad**.
- Elegir el sistema de aireación y/o recirculación que se adapte a las condiciones específicas del modelo instaurado.
- El costo de inversión para la infraestructura de un sistema de producción intensivo o superintensivo con modelo de recirculación es alta aparentemente (depreciable), porque el **costo fijo total de producción por unidad es menor**.
- El alimento natural es recurso verdaderamente importante y definitivo para los buenos resultados en el manejo de la reproducción y engorde ya sea intensivo o superintensivo, porque suministra confort, excelente calidad nutricional al pez y menores costos de producción.
- El alto valor biológico de la proteína natural (plancton), no puede ser reemplazado por los altos niveles de proteína de los alimentos comerciales.
- Para la producción de peces de aguas cálidas, no es necesario el empleo de altos niveles de proteína de origen animal (harina de pescado), para la elaboración de alimento artificial.
- El sistema de producción de alevinos en hapas y a alta densidad, es ecosustentable, eficiente y económico, igualmente los engordes en jaulas, sistemas sumergidos.
- La cantidad de hormona suministrada para la masculinización de alevinos, es muy inferior a los niveles hormonales humanos, por lo tanto no es un problema de salud pública.
- Se obtendrán producciones rentables, eficientes y saludables, siempre y cuando los niveles de producción se ajusten a las **capacidades de carga** que el medio acuático permite, o con la implementación de sistemas de aireación y/o recirculación para los intensivos o superintensivos .
- El índice de conversión de alimento (ICA) es mucho menor en los sistemas con recirculación que en los convencionales.
- El mercado mundial y el nacional, demandan productos acuícolas **sanos y sin residuos** de medicamentos o químicos y bajo sistemas de producción con uso racional del agua(productos con sello verde).
- La Acuicultura debe generar **impacto socio - económico positivo**, este es nuestro aporte
- El cambio de concepto sobre como se debe hacer acuicultura implica **fomentar estrategias coordinadas y conjuntas** con los diferentes participantes (Productores, Ciencia y Gobierno).

- La acuicultura exige a plenitud el concepto de **cultivar el agua** , donde la resultante de esta es la producción animal **eficiente** de peces , moluscos o crustáceos.
- Los sistemas de recirculación son mas económicos y rentables que los convencionales; **\$2.847,72 - \$3.050 kg/pez vivo versus \$3.050 a \$3.400 kg/pez vivo. , o sea \$552,28 a 350 menos por cada kilo pez vivo.**



Hapas en material de saran sombrío del 70%, con ojo tipo angéu mosquitero. Dimensiones 2 x 1 x 0,75 m. Capacidad de alojamiento de 5.000 a 10.000 post-larvas para reversión sexual.

Labores de limpieza, en un estanque de producción intensiva con recirculación (32 kg/m³) con paredes y piso de concreto



Sistema de aireación , con aireadores de paletas (1,9 a 2,2 kg. de O₂ por kwh), en estanques hexagonales con piso y paredes de concreto.



Labores de pesca en un estanque de granja con sistema de aireación y recirculación con estanques en concreto.

Estanque para el levante de alevinos, cubierto con malla anti-pájaro, notese la relación ancho-largo, que facilita la dinámica de agua, con bajísimo recambio de agua.



4. BIBLIOGRAFÍA

Aquaculture. Aquaculture Production Technology. Sistemas de recirculación. Documento virtual. 2009. www.aquaculture.co.il/technology/S_technology.html

Bailey, D.S., Rakocy, J.E., Martin, J.M., Shultz, R. Ch. Intensive Production of Tilapia Fingerlings in a recirculating system. University of the Virgin Islands, Kingshill. p 328 - 332.

Boyd, Claude E. Water Quality in ponds for acuaculture. Birmingham, Alabama. 1990. 482 p.

Boyd, Claude E. Effects of zeolite, formalin, bacterial augmentation, and aeration on total ammonia nitrogen concentrations. Aquaculture, 116, 1993. p 33 - 45.

Chamberlain, G. W., Hopkins J. S. Reducing water use and feed cost in intensive ponds. World aquaculture, Technical report 25(3), 1994. p 29 - 32.

Chamberlain G. W. Principles of aeración and aerators. Texas A&M research Extention Center, Corpus Cristi. 6 p.

FAO (2003). "El Papel De La Acuicultura En La Mejora De La Seguridad Alimentaría Y La Nutrición". Comité de Seguridad Alimentaría Mundial, 29o periodo de secciones, Roma 12 al 14 de Mayo .

FAO. (2008) Mitad pescado que se come en el mundo proviene de piscifactoría. Documento virtual.. fao.org.

FAO.(2008) Perspectivas alimentarias, pescado y productos pesqueros. . Documento virtual, www.fao.org

FAO (2010). Recomendations from the thematic sessions global conference on acuaculture 2010. Session I. Resources, services, and thecnologies for future aquaculture. Documento virtual

FAO. (2011) Atender la demanda creciente de pescado. Centro de prensa . Documento virtual. <http://www.fao.org/news/story/es/item/94232/icode/>

Franco G. Carlos Mario. Alternativa para una producción saludable,eficiente,limpia (ecológica) y rentable en granjas piscícolas. Memorias del I Seminario Internacional de Patología y Sanidad Piscícola. Universidad Nacional, Agosto 28 y 29 de 2006. Bogotá, Colombia.

Rakocy, J.E., Bailey, D.S., Shultz E.S and T. Intensive Tank Culture of Tilapia with a Suspended, Bacterial-Bases, Treatment Process. University of the Virgin Islands, Agricultural Experiment Station, Kingshill, 13 p.