



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO SOCIAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN. **ISAGARPA**



Instituto Nacional de la Pesca

**INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN EN ACUACULTURA**

# **MEMORIAS DE LA REUNIÓN NACIONAL DE TILAPIA**

**1ER. FORO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA  
UN ENCUENTRO CON EL MERCADO**

**19-21 de marzo del 2003  
Cámara de Comercio de Guadalajara**



## SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

# MEMORIAS DE LA REUNIÓN NACIONAL DE TILAPIA

1ER. FORO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA  
UN ENCUENTRO CON EL MERCADO

19-21 de marzo del 2003  
Cámara de Comercio de Guadalajara



# DIRECTORIO

## SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

### ING. JAVIER B. USABIAGA ARROYO

*Secretario de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*

### DR. GUILLERMO COMPEÁN JIMÉNEZ

*Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca*

### DR. CARLOS RANGEL DÁVALOS

*Director General de Investigación en Acuacultura*

### DR. MIGUEL ÁNGEL CISNEROS MATA

*Director General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros*

### DR. RAFAEL SOLANA SANORES

*Director General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable*

### M. EN C. IGNACIO MÉNDEZ GÓMEZ-HUMARÁN

*Director General de Investigación y Desarrollo Tecnológico Pesquero*

## GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO

### ING. FRANCISCO RAMIREZ ACUÑA

*Gobernador*

### ING. RODRIGO DIEZ DE SOLLANO

*Secretario de Desarrollo Rural*

### BIÓL. VÍCTOR MANUEL ARRIAGA HARO

*Director General del Instituto de Acuacultura y Pesca*

### BIÓL. ADRIANA DUEÑAS LÓPEZ

*Directora de Acuacultura*

### ING. FRANCISCO J. RAMOS GARCÍA

*Director de Acuacultura y Pesca de Litoral*

### M. EN C. MARGARITA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

DR. CARLOS RANGEL DÁVALOS

BIOL. ANGELES PERALTA MARTÍNEZ

Editores

GUSTAVO TORRES CAMPOS

*Diseño y Formación Electrónica*

CARLOS O. CADENA

*Producción Editorial*

ROLF R. MEYER M.

*Corrección de Estilo y Cuidado de Edición*

Noviembre del 2003 — Impreso en México — Printed in Mexico

ISBN: 968-800-558-4

© Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Insurgentes Sur No. 476, 4° piso, Colonia Roma Sur

Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06766, México, D.F.

© Instituto Nacional de la Pesca

Pitágoras No. 1320, Santa Cruz Atoyac

Delegación Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F.

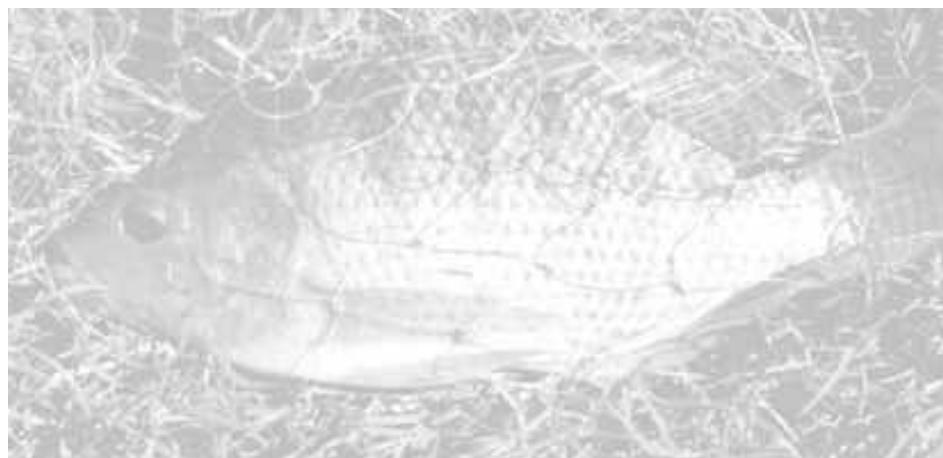
Tels.: (55) 5604-9169 y 5688-1469, Fax: (55) 5688-8418

Todos los derechos reservados, prohibida la reproducción parcial o total, incluyendo cualquier medio electrónico o magnético, con fines comerciales. Esta publicación es de divulgación científica y para fines de investigación.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	9
INSTITUCIONES Y EMPRESAS PARTICIPANTES	11
INSTITUCIONES Y SIGLAS	13
PROLOGO	15
INAUGURACIÓN	19
OBJETIVOS	23
AGENDA DE TRABAJO	25
DINAMICA DE TRABAJO	29
ETAPA INFORMATIVA	37
<i>Modelo de Desarrollo de Cultivo de Tilapia en América Latina; perspectivas</i> BIÓL. LUIS FERNANDO CASTILLO CAMPO	39
<i>Engorda de Tilapia en jaulas flotantes en el</i> <i>Sistema Lagunar de Catazajá, Chiapas, México</i> ING. ROBERTO SOLÍS BERNANT	93
<i>Producción de Tilapia en Sistemas de recirculación: caso sureste mexicano</i> M. EN C. SERGIO MONROY	117
<i>Producción y mercado internacional de tilapia</i> DR. KEVIN FITZSIMMONS	134
<i>Genética de pies de cría en acuacultura: una revisión que contiene</i> <i>lineamientos generales para criaderos</i> DR. ROGER DOYLE	151
<i>Cultivo intensivo de tilapia en jaulas flotantes</i> M. EN C. ANDRÉS PIEDRAHITA	183
<i>Acuacultura asociativa: Una realidad cercana</i> BIÓL. MAR. JAVIER ENRIQUE ÁLVAREZ	185
<i>Comercialización de tilapia en el mercado estadounidense: tendencias</i> M. EN C. CÉSAR ALCESTE	192

<b>ETAPA INTERROGATIVA</b>	<b>209</b>
Sesión de preguntas y respuestas	210
<b>ETAPA DECLARATIVA</b>	<b>223</b>
Árbol de Problemas	226
<b>ETAPA RESOLUTIVA</b>	<b>229</b>
Mesa de Trabajo: Financiamiento	232
Mesa de Trabajo: Comercialización	233
Mesa de Trabajo: Tecnología	234
Mesa de Trabajo: Gobierno	236
Árbol de soluciones	238
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>241</b>
<b>CLAUSURA</b>	<b>243</b>
<b>ANÁLISIS DE LA ASISTENCIA A LA REUNIÓN</b>	<b>245</b>
<b>DIRECTORIO</b>	<b>249</b>



# **MEMORIAS DE LA REUNIÓN NACIONAL DE TILAPIA**

---



# AGRADECIMIENTOS

**E**

l Instituto Nacional de la Pesca, expresa su agradecimiento a todos los investigadores, proveedores comercializadores y servidores públicos por su entusiasta participación y colaboración, gracias a la cual fue posible la realización de la Reunión Nacional de Tilapia.

De igual forma, deseamos expresar nuestro agradecimiento al Gobierno del Estado de Jalisco, por permitirnos realizar esta reunión dentro del marco del 1er. Foro Internacional de Acuicultura y por la confianza otorgada por habernos designado coordinadores de la Sala Tilapia, lo cual resultó ser una experiencia enriquecedora, productiva y muy grata.

Agradecemos al M. en C. Raúl del Moral Simanek por su participación en la conducción de la dinámica de trabajo, que permitió el buen desarrollo de la reunión. Asimismo, hacemos un reconocimiento a la Biól. Myriam Ramírez Flores, M. en C. Luz María Torres Rodríguez, M. en C. Margarita Hernández Martínez, Biól. María de los Ángeles Peralta Martínez y al Téc. Ismael Mora Cervantes, personal de la Dirección General de Investigación en Acuacultura, por su destacada y valiosa participación en la realización de este evento.



# INSTITUCIONES PARTICIPANTES

- Acuacultores de Tomatlán, S.P.R. de R.L.
- Acuacultores y Pescadores del Estado de Sinaloa
- Acuacultura Planeada, S. de R. L.
- Acuaoriente
- Acuícola de Occidente
- Acuícola El Carricillo
- Acuícola Ex-Hacienda de San Antonio
- Acuícola Hermanos Vázquez y Vázquez
- Acuícola Mihitla
- Agroacuícola Sonorense, S.A. de C.V.
- Agroindustrias de Jalisco
- Aquafinca Saint Peter Fish, S.A.
- Aquaproductos de Jalisco, S. de R.L.
- Aquatrade Corporation Ecuador
- American Tilapia Association
- Asociación de Agroacuacultores de Jalisco
- Atolinda Cactus, S.A de C.V.
- Ayuntamiento de Cosoleacaque
- Ayuntamiento de San Juan Bautista
- Bioceps
- Biotecnologías Acuícolas
- Camelot Ventures, S.A. de C.V.
- Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales
- Comercial Oceánica, S.A. de C.V.
- Compañeros Unidos por Tabasco, S.P.R. de R.L.
- Congreso del Estado de Baja California
- Cooperativa Martín
- Cooperativa Unión
- Coralba
- Culticam, S.P. de R.L.
- Ecoturismo Las Garzas
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Tamaulipas
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Tabasco
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Michoacán
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Mérida
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Jalisco
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Campeche
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura del Estado de Chiapas
- Fideicomisos de Riesgo Compartido
- Fondo Nacional de Apoyo a Empresas Sociales
- Genetic Computation Ltd.
- Gobierno del Estado de México
- Gobierno del Estado de Campeche
- Granja Acuícola Sayula

- Granja Acuícola Sta. Cecilia
- Granja Camaronera Aguaverde
- Granja de Peces Aquamol
- Granja de Peces del Río, A.P.R. de R.L.
- Granja de Peces Kab-Ja
- Grupo Grusato
- Grupo MAAT de la Cuenca
- Grupo Tecno Gas
- IDEA, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de la Pesca
- Instituto Tecnológico del Mar No. 01
- Integración de Empresas Acuícolas
- Laboratorios Marinos, S.A. de C.V.
- Ocean Prime
- S.P.R. de R.L. Guerrero Blanco
- Peces El Aguacate
- Peces Tarengo
- Pesca Life, S.A. de C.V.
- Presidencia Municipal
- Procesadores Ortega baja Sur
- Prodesca
- Proyecta, S. A.
- Rancho Buenos Aires
- Rancho El Caquixtle
- Ranicultura Etzatlán
- Restaurant Hacienda Coyotes
- Restaurán Soky
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- Centro Acuícola el Varejonal
- San Antonio
- Sea Cons, S.A. de C.V.
- Secretaría de Salud Jalisco
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario Michoacán
- Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Jalisco
- Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Nayarit
- Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Quintana Roo
- Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Yucatán
- Sociedad Cooperativa Costa Alegre
- Sociedad Cooperativa Las Áimas
- Sociedad Cooperativa Ostrica Machain, S.C. de R.L. de C.V.
- Sociedad de Producción Rural El Mixcuate
- Sociedad de Producción Rural La Trucha
- Tabasco en Acción
- Universidad Autónoma de Nayarit
- Universidad de Guadalajara
- University of Arizona

# INSTITUCIONES Y SIGLAS

## **CETAC**

Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales

## **FIRA**

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

## **FIRCO**

Fideicomiso de Riesgo Compartido

## **FONAES**

Fondo Nacional para Apoy a Empresas Sociales

## **INP**

Instituto Nacional de la Pesca

## **ITAMR**

Instituto Tecnológico del Mar

## **SAGRPA**

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

## **SEDAGRO**

Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

## **SEDER**

Secretaría de Desarrollo Rural

## **SSJ**

Secretaría de Salud de Jalisco

## **THE UNIVERSITY OF ARIZONA**

Universidad de Arizona

## **UAN**

Universidad Autónoma de Nayarit

## **UDG**

Universidad de Guadalajara



# PRÓLOGO

**A** igual que numerosos recursos alimenticios de consumo común en México, la tilapia proviene del exterior. Es originaria de África y su distribución natural se extiende hacia el norte hasta Israel y la región del Jordán. Es importante mencionar que existen alrededor de cien especies, pero debido a confusiones en su ubicación taxonómica se ha dificultado su manejo en la acuacultura.

Los primeros cultivos de tilapia en México datan de 1964, a partir de ejemplares procedentes de la Universidad de Auburn, Alabama (EE.UU.) y mantenidos en la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca y desde entonces, las producciones de este recurso se han incrementado notablemente. Durante el año 2001, se produjeron por acuacultura 68,476 toneladas, lo que representó 92.50% del volumen de la producción nacional de este recurso, con un valor de \$ 523,564 pesos (Anuario Estadístico de Pesca 2001).

Actualmente, la tilapia se cultiva en 31 estados del país, siendo los mejores sitios para su desarrollo las zonas tropicales de los estados de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Michoacán, Veracruz y Sinaloa. Es conveniente comentar que esta especie se cultiva principalmente en sistemas extensivos de producción, realizados en su generalidad en embalses o presas, y consiste en la introducción de crías que se alimentan de la productividad natural de estos cuerpos de agua. A esta actividad se la ha denominado "Acuacultura de Repoblación" y de acuerdo a los criterios establecidos por la FAO, esta actividad corresponde a una "Pesquería Derivada de la Acuacultura", más que a una actividad acuícola, ya que la participación del hombre se limita a la siembra de las crías y producción controlada de juveniles.

Consecuencia de la mala administración pesquera y el cambio climático global, las poblaciones de los recursos pesqueros se encuentran en deterioro, lo que se refleja en un déficit de oferta y alto costo de estos productos. En este sentido, la acuacultura es una opción generadora de alimentos de alto valor nutricional, actividad considerada como importante del quehacer económico y social dentro del Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2001-2006.

Como parte de las responsabilidades que tiene por ley el Instituto Nacional de la Pesca está la elaboración y actualización de la Carta Nacional Pesquera, en la cual se recomiendan como medidas de manejo la certificación de líneas puras en Centros Acuícolas, manipulación de sexos, diferenciación de poblaciones, estudios de riesgo del posible impacto de las diferentes variedades de esta especie sobre las poblaciones nativas de los cuerpos de aguas, así como investigaciones sobre aspectos de sanidad y nutrición (Diario Oficial de la Federación 28 - 08 - 00).

Para fortalecer y consolidar esta actividad, se requiere promover su diversificación y tecnificación, orientándola a incrementar la eficiencia productiva, la reducción de posibles impactos, la diversificación de líneas de producción y el incremento de la rentabilidad económica y social. Para lograr esto, es necesaria la participación del sector productivo en los trabajos de investigación y desarrollo tecnológico en genética y manejo, además de las otras mencionadas.

Sin lugar a dudas, el recurso se ha convertido en parte importante del desarrollo acuícola nacional y al igual que otras especies, ha tenido dificultades para su desarrollo: de tipo técnico, ambiental, legal y financiero, aunque puede llegar a ser una actividad exitosa en todas sus etapas, desde su cultivo hasta su comercialización. Dada la necesidad de identificar la problemática del sector y estudiar propuestas de solución, el Instituto Nacional de la Pesca (INP), en coordinación con el Gobierno del Estado de Jalisco, Panorama Acuícola, Ocean Garden, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), realizaron la "Reunión Nacional de Tilapia" con la finalidad de contar con elementos que permitan orientar las líneas de trabajo de las instituciones y empresas del país y resolver la problemática del sector productivo dedicado al cultivo de la tilapia.

De esta forma, se espera consolidar la identificación de acciones prioritarias, definición de programas y proyectos, así como la conformación de grupos de trabajo interinstitucionales, con objetivos comunes que coadyuven al desarrollo de tan importante actividad. Derivado de los trabajos realizados en la presente reunión, se visualizaron los avances alcanzados y limitaciones existentes en el país, habiéndose identificado específicamente las necesidades del sector productivo y las alternativas de solución de éstas. Esperamos que el esfuerzo mostrado por los participantes cristalice en la realización de trabajos conjuntos que conduzcan al desarrollo sustentable del cultivo y comercialización de la tilapia.

**DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN EN ACUACULTURA**  
**Instituto Nacional de la Pesca**



**Instituto Nacional de la Pesca**



# INAUGURACIÓN



## PALABRAS DE INAUGURACIÓN

Dr. Carlos Rangel Dávalos

Buenos días. Antes que nada, deseo agradecer al Gobierno del Estado de Jalisco por su hospitalidad. Jalisco organiza esta reunión, en conjunto con Panorama Acuícola, orientada principalmente a la comercialización de recursos acuícolas y estamos observando que éste es uno de los principales problemas a los que se está enfrentando la acuacultura. A todos nos queda claro que la pesca es una actividad que no se va a acabar. Estamos hablando de recursos que existen y que hay que aprovechar y que, al mismo tiempo, son productos que no se comparan con los obtenidos de la acuacultura. No se comparan porque un pescado que se captura en el mar y que se lleva al mercado, lleva varios días de fresco a congelado, de congelado a descongelado y eso es una diferencia básica y definitiva con respecto de los productos de la acuacultura, que son precisamente para consumirse todos en fresco.

El Dr. Guillermo Compeán, Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca, mencionaba en la ceremonia de inauguración que se están produciendo aproximadamente 70 mil toneladas anuales de tilapia en México y a pesar de esta producción tan grande, la presentación que se ofrece no es la más deseable, no es la más atractiva para el mercado. Hay problemas en cuanto a su precio, existen limitaciones en cuanto a dónde puede llegar este producto, además de presentarse otros inconvenientes en la producción, sin mencionar los aspectos sanitarios, por lo que es una actividad que necesita ser intensificada.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, queda caracterizada por la última palabra. Siempre hemos insistido en que es la Secretaría la que se ocupa de los alimentos; que se suministren en cantidad y calidad, principalmente sanitaria, en lo que se refiere a inocuidad. Esta cuenta con tres Subsecretarías, una Oficialía Mayor, Coordinaciones Generales y una serie de órganos descentrados, como el Instituto Nacional de la Pesca. El Instituto, entre otras funciones, realiza la validación de los trabajos de investigación científica y tecnológica de los recursos acuáticos marinos y dulceacuícolas, investigación acuícola y pesquera y es el Instituto quien asesora y orienta a la Secretaría (SAGARPA) y a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos, indicando los tiempos de captura, volúmenes, tallas, vedas, etc.

El Instituto cuenta con cuatro Direcciones Generales, las cuales se encuentran distribuidas en regiones para un mejor desempeño: la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros se ocupa de la Región Pacífico Norte, la Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico se encarga de la Región Pacífico Sur, la Dirección General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable es responsable de los trabajos en la Región del Golfo de México y Mar Caribe y la Dirección General de Investigación en Acuacultura, es de ámbito nacional. Esta organización es parte de la política de descentración de trabajos y de funciones para que podamos trabajar más estrechamente con los gobiernos de los estados y poco a poco compartir con ellos más atribuciones.

En este sentido, la Dirección de Acuacultura está promoviendo los trabajos de desarrollo tecnológico. La investigación no la pretendemos realizar a nivel básico ni de frontera, estamos en la misma idea que otras instituciones de investigación, en que no hay que dejar de apoyar a la investigación de punta, pero tenemos que desarrollar la tecnología y promover la transferencia de esta tecnología a los grupos de productores.

Para el caso de la tilapia, interviene principalmente la CONAPESCA, la que tiene una serie de Centros Acuícolas productores de crías. En esta actividad, se ha contado con la participación de hasta 31 centros acuícolas en el año de 1997, obteniéndose en el año de 1999 la producción histórica más alta, con 88 millones de crías, mismas que fueron sembradas en diferentes tipos de sistemas de cultivo, entre los que se encuentran los embalses y estanques. En cuanto al valor de la producción, se habla de un importante incremento a la alza en su valor, reflejo de una mejora en la presentación del producto.

Al respecto existe un comentario muy importante: se dice que cualquier persona puede producir tilapia, incluso la hemos reproducido alguna vez como estudiantes en alguna práctica del semestre. Tener animales y reproducirlos no es problema. Se pudiera decir que cualquiera puede producirla, pero no cualquiera puede producir tilapia y hacer de esto un negocio rentable al nivel industrial. Ese es el punto, por el que la FAO no reconoce a la acuacultura de repoblamiento, la acuacultura rural, las pesquerías derivadas de la acuacultura, es decir, la actividad de liberar crías en embalses y después pescarlos. Esto continua en discusión, pero lo cierto es que es una producción muy importante.

De otras reuniones que hemos realizado con camarón, peces marinos y trucha, observamos que es un común denominador que los productores señalen la necesidad de trabajar conjuntamente con instituciones de investigación y que esta investigación se oriente al desarrollo tecnológico de la acuacultura.

Las Redes Nacionales de Acuacultura son un instrumento que utilizamos para que se puedan tomar decisiones. Se convoca a productores, investigadores, agencias de financiamiento y entre todos, a través de una técnica (TKJ), aplicada por personal del CONACYT, por medio de la que se identifican problemas y limitaciones del sector, con el fin de posteriormente plantear la respuesta o solución a estos problemas: ¿Qué hay que hacer? ¿Quién lo debe hacer? ¿Cómo hay que hacerlo? ¿Quién lo debe apoyar?. Las Redes que se han establecido durante el periodo 2001 – 2002 son: camarón, peces marinos y trucha. Son las más importantes en cuanto al número de integrantes pero también existen para pescado blanco y pejelagarto.

Deseamos que, con la información generada en esta reunión, se pueda contribuir a la orientación de los esquemas de manejo del recurso tilapia, así como impulsar la participación de los sectores productivo, académico y gobierno en la evaluación y definición de oportunidades para el desarrollo de la actividad, dirigidas a incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo de la tilapia. Asimismo, se publicarán las Memorias de la reunión, en donde aparecerán todos los comentarios e intervenciones y se conformará la Red Nacional de Tilapia, grupo virtual en Internet, a través de la cual todos los miembros podrán comunicarse, preguntar, responder y cuestionar todos los aspectos relacionados con la tilapia.

Se pueden decir muchas cosas más, pero sólo quisiera que quedara como una de tantas reflexiones la siguiente: el camarón, a pie de estanque se paga a 30 pesos el kilo, el pescado blanco, a pie de laguna se paga a 180 pesos kilo... ¿y la tilapia?

**Muchas gracias.**





# OBJETIVOS

-  Integrar un directorio de productores, povedores, comercializadores, investigadores, banca y gobierno relacionados con el cultivo y comercialización de Tilapia.
-  Identificar y priorizar la problemática del sector productivo y las necesidades de investigación.
-  Definir grupos de trabajo constituidos por instituciones de investigación y productores participantes, interesados en la atención de las diferentes temáticas manifestadas.
-  Formular los perfiles de proyecto orientados a la resolución de la problemática expuesta.
-  Identificar e impulsar los apoyos por parte del sector productivo, privado, estatal, federal y los órganos de financiamiento a los que se va a someter la propuesta de los proyectos.
-  Informar al sector acerca de la capacidad de servicios de producción, insumos, comercialización, financiamiento e investigación de instituciones relacionadas con el recurso acuícola Tilapia.



# AGENDA DE TRABAJO

**M**IERCOLES 19 DE MARZO DEL 2003.

11:30 – 11:45

**Palabras de Bienvenida**  
Dr. Carlos Rangel Dávalos

11:45 – 12:00

**Explicación de la Dinámica de Trabajo**  
Moderador:  
M. en C. Raúl del Moral Simanek  
CONACyT

## ETAPA INFORMATIVA I

12:00 – 13:00

**MODELO DE DESARROLLO DE CULTIVO DE TILAPIA EN AMÉRICA LATINA; PERSPECTIVAS**

Biól. Luis Fernando Castillo  
Campo  
*Presidente de la Asociación de Acuicultores de Tilapia de Colombia.*  
*Cali, Colombia.*

13:00 - 15:00

Comida

15:00 – 15:30

**CULTIVO DE TILAPIA EN JAULAS FLOTANTES EN EL SISTEMA LAGUNAR DE CATAZAJÁ, CHIAPAS, MEXICO.**

Ing. Roberto Solís Bernant  
Director de Acuacultura Planeada,  
S. de R.L.  
Tabasco, México

15:30 – 16:00	<b>PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN; CASO SURESTE MEXICANO</b> M. en C. Sergio Monroy Presidente de Biotecnologías Acuáticas, S.C.P. Mérida, Yucatán, México
16:00 – 16:30	<b>PRODUCCIÓN Y MERCADEO DE TILAPIA EN E.U.A. Y AMERICA LATINA</b> Dr. Kevin Fitzsimmons Presidente de la Asociación Americana de Tilapia. Tucson, Arizona, E.U.A.
16.30 – 17.30	Receso área comercial
17.30 – 18.15	<b>MEJORA GENÉTICA DE TILAPIA EN SISTEMAS COMERCIALES DE RECIRCULACIÓN</b> Dr. Roger Doyle Genetic Computation Limited Canadá

### **ETAPA INTERROGATIVA I**

18:15 - 20:00	<b>Sesión de preguntas y respuestas</b> Moderadora: Biól. María de los Ángeles Peralta Martínez Instituto Nacional de la Pesca
---------------	---

# J

UEVES 20 DE MARZO DEL 2003.

## ETAPA INFORMATIVA II

9:00 – 9:45	<b>MORTALIDAD MASIVA DE TILAPIA CULTIVADA EN JAULAS FLOTANTES: COMO PREVENIR PERDIDAS CATASTRÓFICAS</b> <b>M. en C. Andrés Píedrahita</b> Gerente de Producción en Aquafinca Saint Peter Fish S.A. San Pedro Sula, Honduras
9:45 – 10:30	<b>ACUACULTURA ASOCIATIVA: UNA REALIDAD CERCANA</b> Biól. Mar. Javier Enrique Álvarez Presidente de la Asociación de Acuicultores de los Llanos Orientales y Director de la Cadena Productiva de Piscicultura Colombia
10:30 - 11:30	Receso área comercial
11:30 – 12:15	<b>COMERCIALIZACIÓN DE TILAPIA EN EL MERCADO ESTADOUNIDENSE; TENDENCIAS</b> M. en C. César Alceste Presidente de FishFresh, Inc. Florida, E.U.A.

## ETAPA INTERROGATIVA II

12:15 - 13:00	<b>Sesión de preguntas y respuestas</b> Moderadora: M. en C. Margarita Hernández Martínez Instituto Nacional de la Pesca
13:00 - 15:00	Comida

## ETAPA DECLARATIVA

15:00 – 16:00	<b>Reunión Plenaria (Productores y Proveedores)</b> Moderador: M. en C. Raúl del Moral Simanek Secretarias: M. en C. Margarita Hernández Martínez Biól. María de los Ángeles Peralta Martínez
---------------	--

**V**IERNES 21 DE MARZO DEL 2003.

## ETAPA RESOLUTIVA

09:00 - 11:00	<b>Reunión Plenaria (Comercializadores)</b> Moderador: M. en C. Raúl del Moral Simanek Secretarias: M. en C. Margarita Hernández Martínez Biól. María de los Ángeles Peralta Martínez
11:00 - 12:45	Mesas de trabajo, presentación de conclusiones, acuerdos y compromisos
12:45 - 13:00	Clausura de la reunión

# DINÁMICA DE TRABAJO

**L**a reunión se realizó conforme a la Técnica TKJ (Técnica Kawatika Jiro), modificada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). lo cual permitió que durante que el presente evento se definiera y cuantificara los problemas prioritarios que afectan el desarrollo del cultivo de la tilapia y su comercialización, para que sean atendidos por medio de la investigación y el desarrollo tecnológico.

Específicamente, esta técnica permitió:

- Identificar los problemas prioritarios.
- Cuantificar los beneficios esperados por la resolución del problema.
- Identificar a los usuarios interesados en el trabajo conjunto investigador-beneficiario.
- Conformar grupos multi e interdisciplinarios de investigadores.
- Formular propuestas de proyectos viables a nivel de perfil.

La dinámica de trabajo constó de cuatro etapas:

1. **Informativa**
2. **Interrogativa**
3. **Declarativa**
4. **Resolutiva**

Esta sesión estuvo dirigida por el M. en C. Raúl del Moral Simanek, Coordinador del Estado de Baja California en la Dirección General del Noroeste del CONACyT, cuya presentación se muestra a continuación.

## REUNIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS ESPECÍFICAS

### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Definir y cuantificar los problemas prioritarios que afectan el desarrollo del cultivo de Tilapia y que pueden ser abordados a partir de proyectos de investigación y desarrollo

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- \* Identificar problemas prioritarios
- \* Cuantificar los beneficios esperados por la resolución del problema
- \* Identificar usuarios interesados en el trabajo conjunto investigador - beneficiario
- \* Conformar grupos multi e interdisciplinarios de investigadores
- \* Formular propuestas viables a nivel de perfil

#### Etapas

##### 1.- INFORMATIVA

#### Productos Esperados

- \* MARCO DE REFERENCIA
- \* DATOS
- \* RESULTADOS DE INVESTIGACIONES
- \* ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO

##### 2.- INTERROGATIVA

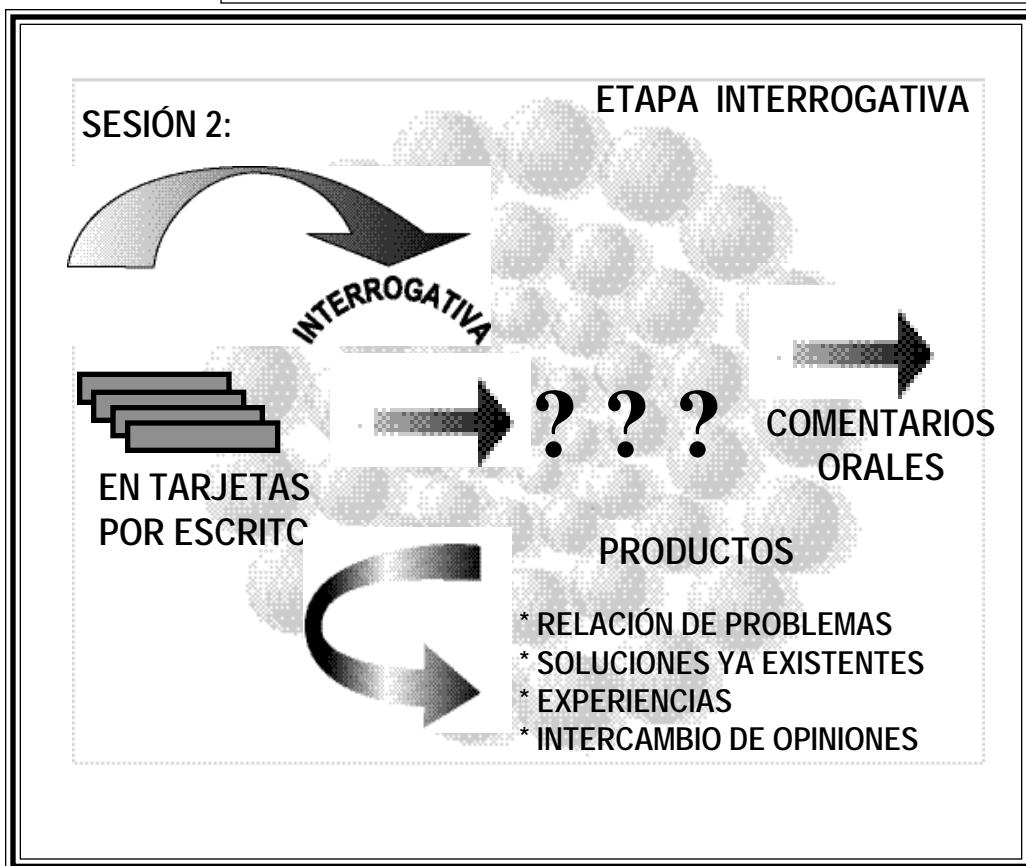
- \* RELACIÓN DE PROBLEMAS
- \* SOLUCIONES YA EXISTENTES
- \* EXPERIENCIAS
- \* INTERCAMBIO DE OPINIONES

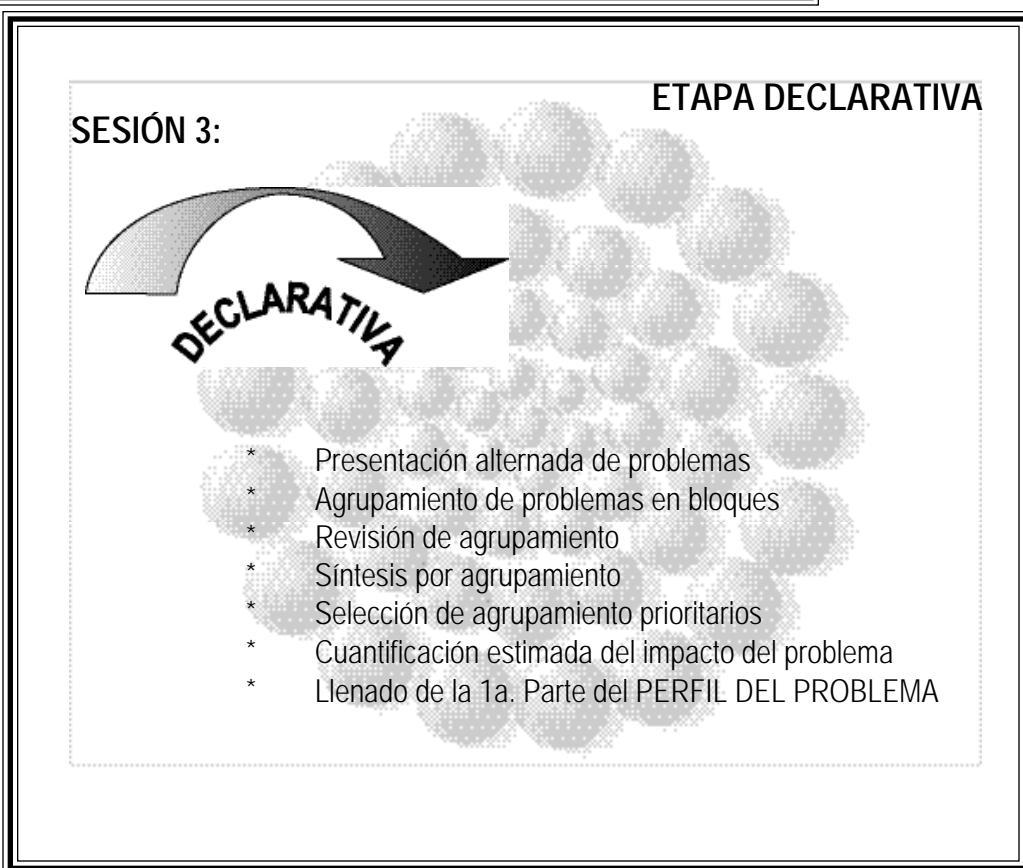
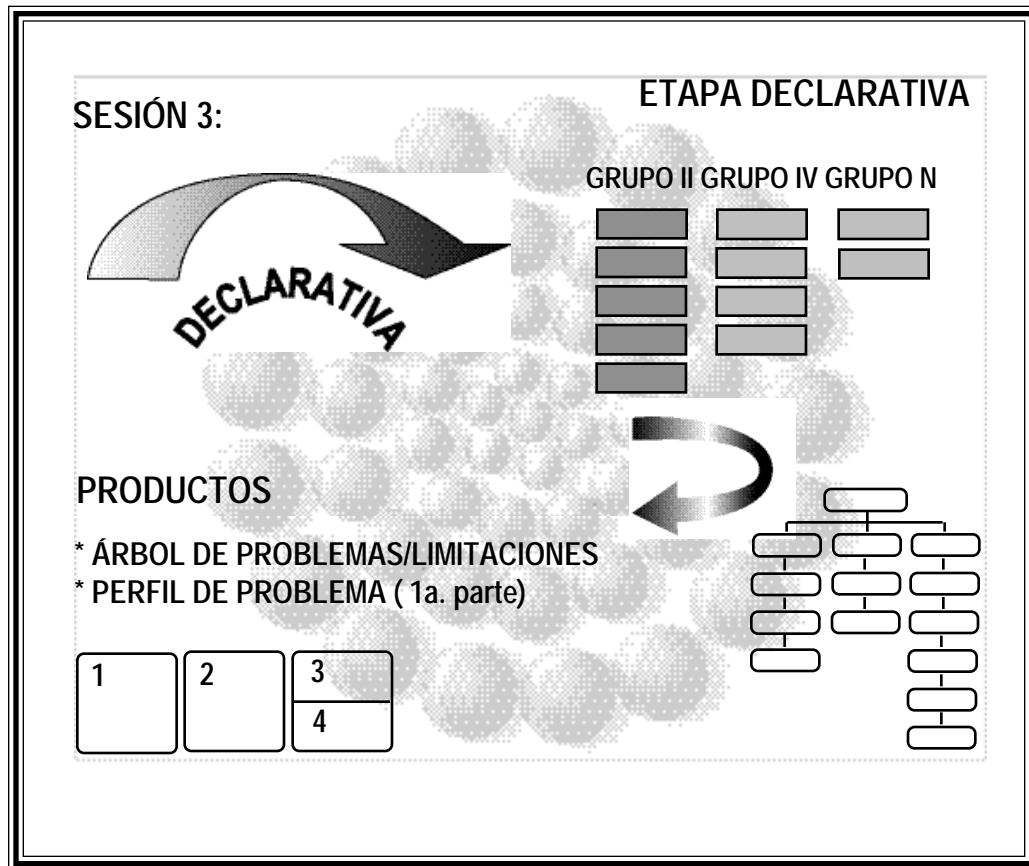
##### 3.- DECLARATIVA

- \* ÁRBOL DE PROBLEMAS/LIMITACIONES
- \* PERFIL DE PROBLEMA ( 1a. parte)

##### 4.- RESOLUTIVA

- \* ÁRBOL DE SOLUCIONES
- \* PERFIL DE PROBLEMA ( 2a. parte)





### SESIÓN 3:

### ETAPA DECLARATIVA: REGLAS DE ORO



- \* PLANTEAR PROBLEMAS NO SOLUCIONES
- \* ESCRIBIR UN PROBLEMA POR TARJETA
- \* LEER UN PROBLEMA POR INTERVENCIÓN
- \* CLARIFICAR LA PROPUESTA SI SE SOLICITA
- \* SER PRECISO Y CLARO
- \* NO EMITIR JUICIOS DE VALOR

### SESIÓN 3:

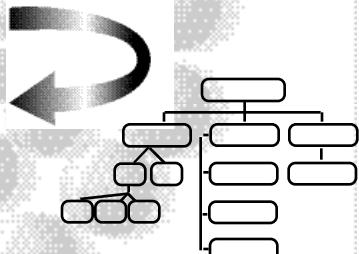
### ETAPA DECLARATIVA: PREGUNTA DE PARTIDA



MENCIONE LOS PROBLEMAS Y NECESIDADES, QUE DESDE SU PUNTO DE VISTA, INHIBEN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE PECES MARINOS Y REQUIEREN PARA SU ATENCIÓN ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS.

## SESIÓN 4:

### ETAPA RESOLUTIVA



#### PRODUCTOS

- \* ÁRBOL DE PROBLEMAS/LIMITACIONES
- \* PERFIL DE PROBLEMA (2a. parte)

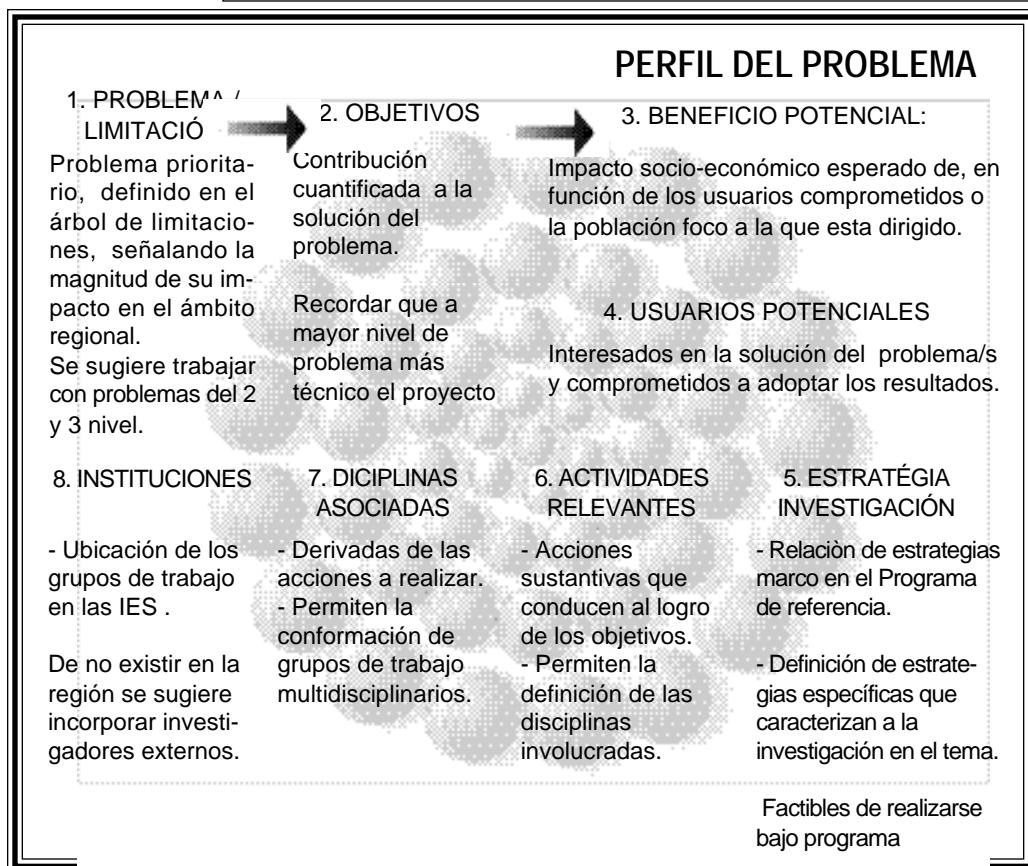
1	2	3
4		
8	7	6
		5

## SESIÓN 4:

### ETAPA RESOLUTIVA



- \* DEFINICIÓN DEL PROBLEMA GENERADO
- \* REVISIÓN DE AGRUPAMIENTOS
- \* DIFERENCIACIÓN DE PROBLEMAS ABORDABLES CON I y D
- \* ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES CAUSA-EFECTO ENTRE PROBLEMAS
- \* DEFINICIÓN DE RELACIONES ENTRE BLOQUES DE PROBLEMAS
- \* PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS
- \* IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS ACADÉMICOS COMO PARTICIPANTES POTENCIALES





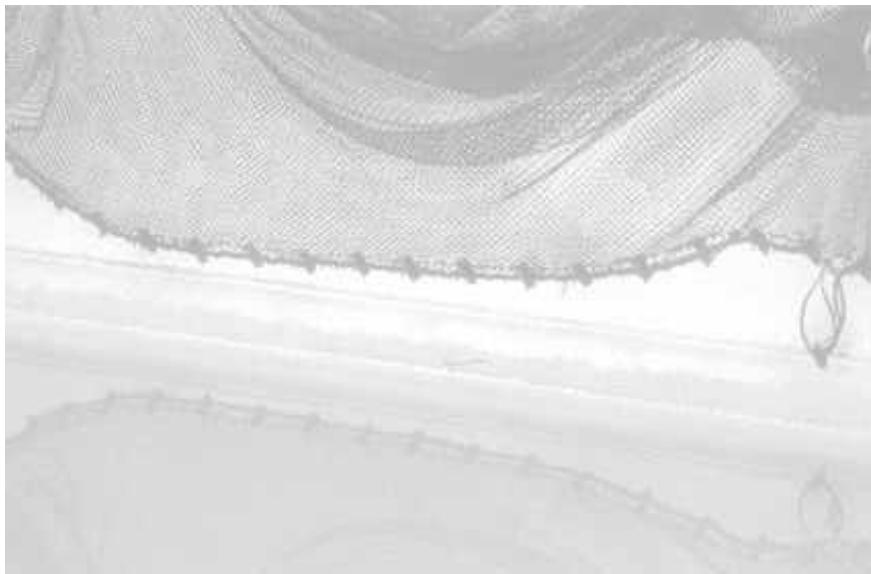
# ETAPA INFORMATIVA

**E**sta sesión fue de carácter abierto. En ella, los expositores invitados, a través de conferencias magistrales, presentaron los resultados o avances de sus investigaciones.

Asimismo, se contó con la participación de panelistas que expusieron esquemas de financiamiento en apoyo a la investigación y al sector productivo.

Con la información se logró integrar el marco de referencia, que permitió definir la situación técnica, científica y financiera en materia del cultivo de tilapia.

Nos permitimos aclarar que los documentos en extenso, correspondientes a las presentaciones del Ing. Juan Manuel Lemus Soto (CONACyT), al Dr. David Groman (University of Prince Edward Island) y el Biól. José A. Portilla Livingston (CONAPESCA), son transcripciones de su presentación oral durante la reunión. También, aclaramos a los lectores que la información contenida en las conferencia es responsabilidad de cada uno de los autores.



# MODELO DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE TILAPIA EN AMERICA LATINA: PERSPECTIVAS

Biol. Luis Fernando Castillo Campo

**FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE TILAPIA**

CALI, VALLE, COLOMBIA

lfcas\_2000@yahoo.com

## INTRODUCCIÓN

La tilapicultura, como su nombre lo indica, hace referencia al cultivo artesanal y comercial de las tilapias (Familia *Cichlidae*), siendo una de las actividades pertenecientes a la acuicultura especializada en el cultivo de peces, la piscicultura.

Para su manejo científico y técnico, las más de 70 especies y 100 subespecies de tilapias han sido agrupadas en cuatro géneros de la tribu *Tilapini*, acorde a sus hábitos reproductivos:

*Oreochromis* (Gunther)  
*Tilapia* (Smith)  
*Sarotherodon* (Rupell)  
*Danakilia* (Thys)

Sin embargo, la Dra. Ethelvyn Trewavas, en 1983, realiza una nueva clasificación basada en la dentición, adicionando dos géneros: *Tristamella* y *Pelmatolochromis*.

El nombre de tilapia fue empleado por primera vez por SMITH en 1840. Es un vocablo africano que significa “PEZ” y se pronuncia [tulä'pEu], derivado de la palabra “THLAPI” o “NGEGE” en el idioma “SWAHILI” de la población indígena que habita a orillas del Lago Ngami (África). Los japoneses la llaman “Telepia”, los alemanes “Tilapie” y en muchos países en el mundo también ha sido llamada Perca (Perch), Saint Peter’s Fish, Bream, Cherry Snapper, Nile Perch, Hawaiian Sun Fish, Mudfish, Red Golden, Red Galilea, Pargo Rojo de Agua Dulce, Pargo Cardenalillo, Mojarra (Colombia, México), Carpa (México), Huachinango de Agua Dulce (México), Mojarra Lora, Nga-Shwe-Ni (Tilapia roja).

Remanentes fósiles del grupo Tilapia han sido encontrados con aproximadamente 18 millones de años de antigüedad (Fryer and Iles, 1972) cerca al Lago Victoria, pero fueron muy poco conocidos hasta su redescubrimiento en el siglo pasado (Balarin, 1979). Las tilapias tienen ancestros netamente marinos adaptados a los ambientes lóticos y lénicos de aguas continentales.

Un miembro de *Oreochromis niloticus*, fue motivo de observaciones detalladas en Egipto hace 5000 años, siendo frecuentes en muchos grabados egipcios, en donde era mirado como algo sagrado, símbolo y esperanza de la reencarnación (Balarin, 1979). Un bajorrelieve sobre «La Mastaba o Tumba de Aktihetep», elaborado 2500 años antes de Cristo, muestra la pesca de la tilapia, con redes, en el Río Nilo y el acto de abrir el pez por la mitad para secarlo al sol (FAO, 1966).

Existen referencias bíblicas que indican que los estanques de peces eran comunes en Egipto a inicios del primer milenio antes de Cristo (Isaías, 19 v. 8). La tilapia también conformó el mayor volumen pesquero de la época. Comercialmente, se han empleado los nombres de «Saint Peter Fish», «Saint Peter Fish» o “Saint Pierre Fish”, haciendo referencia al Apóstol pescador, quien la capturaba en sus redes en el Mar de Galilea o Lago Kinneret (*Sarotherodon galileus*) junto con “Perca de Moisés” (Moses Perch, *Lutjanus russelli*). También se relaciona como el pez milagroso, ya que se supone que fue el pez empleado por Jesucristo en las laderas cercanas al Lago Tiberiades para la multiplicación de los peces y los panes (Mateo,14:15-21). Históricamente, se considera que Aristóteles le dio su nombre por primera vez.

Las tilapias son peces endémicos originarios de África y el Cercano Oriente, en donde se inicia la investigación a comienzos del siglo XIX. Aprovechando sus características y adaptabilidad se consideraron ideales para la piscicultura rural, especialmente en el Congo Belga (actualmente Zaire) y a partir de 1924, se intensifica su cultivo en Kenia. Sin embargo, fue en el Extremo Oriente, en Malasia, en donde se obtuvieron los mejores resultados y se inició su progresivo cultivo en el ámbito mundial.

Las tilapias han sido introducidas en forma acelerada a otros países tropicales y subtropicales en todo el mundo. Por eso, recibieron el sobrenombre de las “gallinas acuáticas” por la aparente facilidad de su cultivo, basado en la rusticidad de su manejo, alta adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, en algunos casos aun las más extremas. Es de fácil reproducción, alta resistencia a enfermedades, alta productividad, generalmente herbívoras, aunque aceptan todo tipo de alimentos tanto naturales como artificiales, incluyendo los producidos por intermedio de la fertilización orgánica o química lo que las convierte en peces omnívoros. Sin embargo, todas éstas ventajas se convirtieron sólo en un espejismo para la gran mayoría de productores, quienes amparados en la supuesta facilidad del cultivo de la tilapia, realizaron enormes inversiones pero dejaron de lado las experiencias previas de otros. Estas nuevas inversiones sólo luego de recorrer un largo y tortuoso camino lograron salir adelante.

## PRODUCCION ACUICOLA EN AMÉRICA

Después del arroz, los productos forestales, la leche y el trigo, los peces son el quinto producto agrícola más importante y el mayor recurso de proteína animal disponible para los humanos. Proveen el 25% de la proteína animal en países desarrollados y más del 75% en los países en vías de desarrollo.

El economista Peter Drucker asevera que “la Acuicultura, y no el Internet, representa las más promisoria oportunidad de inversión en el siglo 21” (Aquaculture Magazine Buyer’s Guide, 2003).

Desde la década de 1970 la producción acuícola ha crecido sustancialmente. Ha contribuido enormemente a la seguridad de alimentos mundial. La tilapia es el segundo grupo más importante de peces consumidos en el ámbito mundial, pasando después de la carpa china. La producción, considerando sólo la acuacultura, pronto superará las 1,500,000 toneladas métricas (TM), lo cual cobra importancia si consideramos que en 1989 la producción fue de 363,326 TM, llegando a 1,099,053 TM en 1999, equivalentes a unos \$ 1.4 billones de dólares de E.U.A.

Las tilapias son el segundo grupo de peces más producidos en la acuacultura mundial, con una contribución de aproximadamente 20% del volumen total de peces, incrementándose en más del 85%, exclusivamente entre 1984 y 1992. La especie *O. niloticus* (tilapia nilótica) equivale al 80% de la producción, seguida de *O. mossambicus* con el 5%.

En cuanto a la producción mundial de tilapia por países, en 1998 China fue el mayor productor (525,926 TM), equivalente a más del 50% de la producción mundial. Le siguieron Tailandia (102,120 TM), Filipinas (72,022 TM), Indonesia (70,030 TM), Egipto 52,755 TM), Taiwán (36,126 TM), Brasil (18,250 TM), Colombia (15,240 TM), Malasia (12,625 TM) y Estados Unidos (8,961 TM). Otros países que han incrementado notablemente su producción son Israel, Cuba, México, Costa Rica, Honduras, Ecuador y Nigeria.

La producción de tilapia en América en el año 2000 fue de 260,462 TM, presentando un crecimiento en los últimos años. Los productores fueron México (102,000 TM<sup>1</sup>), Brasil (45,000 TM), Cuba (39,000 TM), Colombia (23,000 TM), Ecuador (15,000 TM), Costa Rica (10,000 TM), EE.UU. (9,072 TM), Honduras (5,000 TM) y el resto de países (12,420 TM). Se calcula que para el año 2010 la producción ascenderá a 500,000 TM cifra que se duplicará para el año 2020 (Fitzsimmons, 2001).

De los 5 países más poblados del mundo, 4 se encuentran entre los mayores productores y consumidores de tilapia: China, Estados Unidos, Indonesia y Brasil.

## **TILAPIA ROJA**

Dentro del Género *Oreochromis*, la tilapia roja, a partir de la década de 1980 se convirtió en punta de lanza para el desarrollo acelerado de la piscicultura comercial en países sin tradición acuícola suramericanos como Colombia (introducida en 1982), Venezuela (introducida en 1989) y Ecuador (introducida en 1993), en forma casi simultanea con otros países centroamericanos, caribeños y norteamericanos.

<sup>1</sup> Nota aclaratoria de la DGIA: La producción oficial reportada para la especie fue de 71,702 toneladas (Anuarios Estadísticos de Pesca 2000)

Su atractiva coloración estimuló a los productores e investigadores a iniciar un acelerado e incontrolado programa de hibridación que permitió la obtención de nuevas líneas (strains) de tilapia roja. Las más populares que han sido introducidas a Colombia son:

- Red Singapur: *O. mossambicus* Mutante (Pruginin, et. al, 1988).
- Red Florida: *O. mossambicus* Albina x *O. urolepis hornorum* (Sipe, 1985).
- Red Stirling y Tailandesa: *O. niloticus* roja.
- Red Manzala: *O. aureus* roja., *O. niloticus* (Egipcia) roja (Mc Andrew, et. al 1988; Tave, 1991).
- Red Yumbo No 1: Red Florida x *O. niloticus* (Castillo, 1990).
- Red Yumbo No 2: Red Florida U.S.A. x Red Florida Israel (Castillo, 1989).
- Red Taiwanesa: *O. mossambicus* Albina (Castillo, 1989).
- Red Taiwanesa y Filipina: *O. mossambicus* Albina x *O. niloticus* (Kuo, 1984; Galman, Moreau y Avtalion, 1988; Pruginin, et. al, 1989).
- Red Aurea: *O. aureus* roja.
- Golden Tilapia: *O. mossambicus* Amarilla.
- Nilótica Perla: *O. niloticus* Pearls.

En cada línea se busca adicionar la mejor característica de cada una de las especies del género *Oreochromis*, empleadas en el mejoramiento de los híbridos rojos. Las principales son:



*Oreochromis spp. roja*



*Oreochromis niloticus*

- *O. mossambicus* y *O. urolepis hornorum* para la coloración roja y resistencia a todo tipo de medios.
- *O. niloticus* para mejorar el crecimiento y la forma corporal (fenotipo).
- *O. urolepis hornorum* para la obtención de híbridos solo machos, alta resistencia a salinidad.
- *O. aureus* para aumentar la tolerancia a aguas frías.

Identificación según el patrón de pigmentación para las especies  
del género *Oreochromis*

Área de pigmentación	<i>O. niloticus</i>	<i>O. aureus</i>	<i>O. u. hornorum</i>	<i>O. mossambicus</i>
Cuerpo	Verde metálico Macho maduro: ligeramente gris.	Gris azulado	Negro Acentuado en el macho.	Gris oscuro
Cabeza	Verde metálico	Gris oscuro	Gris	Gris oscuro
Color ojos	Cafés	Cafés	Negros	Negros
Región Ventral	Gris plateado	Gris claro Algunas veces manchas difusas rojizas.	Gris	Gris claro
Papila Genital	Blanca	Blanca a brillante claro	Rosada	Blanca
Borde Aleta Dorsal	Negra a oscura	Fuertemente Roja o rojiza	Roja	Ligeramente roja
Porción Terminal Aleta Caudal	Roja, bandas negras bien definidas y uniformes en forma circular.	Roja, bandas difusas y punteadas.	Roja	Ligeramente roja
Perfil Dorsal	Convexo	Convexo	Cóncavo	Cóncavo
Labios	Negros	Labio inferior blanco	Gruesos negros	Negros

La tilapia roja no puede enmarcarse dentro de las grandes bondades y facilidades de cultivo que relativamente tienen otras tilapias cultivadas comercialmente en el mundo: *Oreochromis macrochir*, *Sarotherodon galileus*, *S. melanotherodon*, *Tilapia rendalli*, *T. zillii*, *T. mariae* y los híbridos: *O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*, *O. niloticus* x *O. aureus* y sus congéneres ancestrales: *O. mossambicus*, *O. urolepis hornorum*, *O. niloticus* y *O. aureus*. Algunas características comparadas son:

Tilapias	Tilapia roja
Fácil adaptabilidad a todo tipo de ambientes.	Requiere condiciones especiales del medio, como por Ej.: temperatura (24 a 30 °C).
Tecnología sencilla para su manejo y rusticidad.	Requiere de un Paquete Tecnológico depurado.
Poca exigencia genética.	Requiere un completo programa de Selección Genética.
Mimetismo natural contra predadores.	Su coloración y comportamiento la hace altamente susceptible a la depredación.
Acepta todo tipo de alimentos, desde productividad natural hasta alimentación suplementaria.	Su condición genética y exigencia en rendimientos (crecimiento, carne), obliga a su alimentación con balanceados comerciales.
Responde en altas densidades de siembra. Su adaptación a la salinidad es variable. En líneas puras se obtiene el 100% de machos.	Responden en altas densidades de siembra. Se adaptan fácilmente a altas salinidades. La condición híbrida de muchas de las líneas, afecta la proporción de machos y hembras, aún después de la Inducción sexual.
Alta resistencia a enfermedades.	Su coloración y condición mutante la hace más susceptible a pérdidas por mortalidad.

Debido a lo anterior, muy pronto se dieron innumerables fracasos en la producción comercial de tilapia roja, en gran medida debidos al empleo de tecnologías foráneas similares a las aplicadas en el cultivo de sus congéneres enunciados anteriormente en los diferentes países africanos y asiáticos. A partir de 1988, desde aquellos países comenzaron a llegar gran cantidad de empresas asesoras, aprovechando la moda y la fe incondicional de nuestros inversionistas en la tecnología extranjera. Los extranjeros aprovecharon la gran oportunidad que se les presentaba vendiendo paquetes tecnológicos fantásticos y muy costosos, causándose incontables fracasos en casi todos los países del continente americano, como en Colombia, Brasil, Venezuela, Ecuador, Perú, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, México, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico y Estados Unidos (Castillo, 1994, 2002; Schramm, 1999).

Las diferentes líneas de tilapia roja ganaron rápidamente popularidad entre los productores y consumidores, por su parecido a especies marinas de gran valor económico, como el Sea Bream (*Chrysophrys major*), los Pargos (Snapper, *Lutjanus* spp) y el Red Snapper (*Lutjanus campechanus*) (Fitzgerald, 1979; Castillo, 1994). Por su fina textura y suave sabor, se compara con los lenguados (flounders y flatfish) como el Turbot, además de permitir un cultivo potencial en aguas continentales, salobres y saladas.

A partir de 1992, se inicia un acelerado crecimiento de la producción y mercadeo de la tilapia roja en gran cantidad de países productores y consumidores de América, lo que causa que en 1995, en los E.U.A., se convierta en el pez que más personas desean degustar, a la vez que posicionándose como un gran sustituto de especies de alto valor comercial como el mero, la cherna y el cod (*Epinephelus malabaricus*, *E. diacanthus*, *E. areolatus*), la perca gigante de mar (Giant Sea Perch, *Lates calcarifer*), el bagre de canal (Catfish, *Ictalurus punctatus*), los lenguados (Flounder: *Pangasius bocourtii*) y el orange roughy (*Hipostethus atlanticus*), entre otros, por su carne blanca y bajo número de espinas.

Desde hace algunos años, en E.U.A. las tilapias son el tercer producto acuático (seafood) más importado, después del camarón marino y el salmón del Atlántico. Por sexto año consecutivo ha sido considerado el pez del año, lo que permitió en 1990 la conformación de la Asociación Americana de Tilapia (ATA) y en 1998, el Instituto de Mercadeo de Tilapia (TMI). Ambos organismos buscan organizar a los productores y comercializadores y realizar campañas genéricas para incrementar el número de consumidores de tilapia en sus diferentes presentaciones, entre otros objetivos.

En Colombia, el aporte de la acuicultura a la producción pesquera nacional alcanzó el 20% de la producción total en 1997 y subió al 25% en 1998. Los productos de acuicultura más importantes son: la tilapia (95% tilapia roja: *Oreochromis spp.*) y los camarones blancos de cultivo (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*).

## **UNA HISTORIA LIGADA A LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO INTERNACIONAL**

A continuación, se presenta una cronología de la introducción y cultivo de la tilapia roja. Este pez rojo revolucionó a los productores y las cadenas de comercialización en toda América, obligando a redefinir políticas, conceptos y tecnologías para el cultivo de peces exóticos, haciéndolo merecedor a la nominación, en la década de los 1990, como «el pez de la década» y a partir del 2001, «El Pez del Siglo XXI».

### **1940 - 1968**

Se introdujo por primera vez a los países caribeños y desde allí al resto de las Américas. Llegó inicialmente a la Isla de Santa Lucía procedente de Malasia en 1949 (Atz, 1957) con el nombre de “Tilapia de Java”. Ese mismo año fue introducida desde Santa Lucía a Grenada y a Trinidad y Tobago. En 1950, fue llevada desde esta isla a Barbados, Dominica, Granada, Jamaica y Martinica. En 1951, en esta última isla se instaló la primera piscícola demostrativa de tilapia, la «Bamboo Grove Fish Farm», en la localidad de Valsayn.

A Panamá fue introducida en 1950, pero se desconoce su origen, al igual que a Costa Rica. Posteriormente, desde Jamaica fueron introducidas a Haití en 1951. Desde Haití pasó a la República Dominicana y desde Trinidad y Tobago a Islas Vírgenes en 1953. Igualmente, desde Haití pasó a Guyana en 1954 (primera introducción a América del Sur) (Courtenay, Jr. 1997). La tilapia *O. mossambicus* fue introducida inicialmente en Hawaï en 1951 procedente de Singapur (Malasia), en donde se realizaron los primeros trabajos. Posteriormente, se intro-

dujo a Puerto Rico en 1958 y al estado de Alabama en 1961. Desde El Salvador fue introducida a Guatemala en 1955 y a Honduras en 1956. A Colombia fue introducida directamente al Instituto Nacional de Piscicultura Tropical (cuya construcción se inició en 1956) en la ciudad de Buga, en el Departamento del Valle del Cauca, en 1957, procedente de Brasil, país que a su vez la había introducido desde Jamaica. A Venezuela fue introducida directamente al Lago de Valencia en 1958, procedente de Trinidad y Tobago. A Brasil fue introducida sucesivamente entre los años 1959 a 1969, pero se desconoce su procedencia. Desde Brasil fue introducida a Bolivia en 1983. Fue introducida en 1962 a la región de San Martín, Perú, en estanques de la Cuenca Amazónica, procedente del Brasil. La introducción la realizó la Dirección General de Caza y Pesca del Ministerio de Fomento y Agricultura al Lago Sauce, como forraje para el “paiche o pirarucú” (*Arapaima gigas*), pero fue sólo hasta 1979 que se inició un serio desarrollo con las tilapias. Fue introducida en México en 1964 desde E.U.A. y desde este país a Cuba en 1968, directamente a la Estación de Acuicultura “El Dique”, en las cercanías de La Habana.

Como una alternativa para la *O. mossambicus*, se inician trabajos con la *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1897), conocida con los nombres vernáculos “Tilapia herbívora” o “Tilapia del Congo” por ser originaria de África (Senegal y el Río Negro [Níger], sistemas de los Ríos Congo, Zambesi, Lagos Tanganika y Malagarazi, desde Shaba, Sistema Alto de Kasaï Lualaba, L. Malawi, Natal, Okavango y Cunene). En 1953, fueron introducidos desde Zaire 40 ejemplares de la *T. rendalli* (*T. melanopleura*). De Elizabethville (Congo) 30 de ejemplares fueron directamente a los embalses cerca de Cubatao, Sao Paulo, Brasil, y 10 a los estanques de la Escuela Nacional de Agronomía, Río de Janeiro (Nomura, 1974).

La tilapia fue introducida desde los Estados Unidos continentales a Hawaï en 1956, aunque se desconoce la procedencia exacta. A El Salvador se introdujo en 1960 y a Puerto Rico en 1963, a Perú desde Brasil en 1966, a la Región de San Martín en el Lago Sauce y a Cuba desde México en 1968 a la estación acuícola “El Dique”. A Panamá desde Puerto Rico en 1977 y a República Dominicana desde México en 1979. Esta especie de pez fue introducida a Colombia desde EE.UU., para su investigación e impacto ambiental, directamente por la Universidad de Caldas en 1960, canalizada a su estación en Santa Agueda, Departamento de Caldas, y reintroducida al Valle del Cauca en 1964.

## 1969 - 1979

En este periodo la acuacultura avanza en forma muy lenta en América. Debido a la inexistencia de una tradición cultural en este campo, se practicaba una piscicultura totalmente artesanal extensiva, básicamente de subsistencia, prevaleciendo los sistemas recomendados por la FAO, universidades e instituciones gubernamentales dedicadas al Fomento y Extensión piscícola para auto subsistencia y repoblamiento, basados en el cultivo de alevinos gratuitos o subsidiados, bajas densidades de siembra, alimentación por fertilización orgánica o química, mínimo o ningún recambio de agua, dejando de lado la parte comercial. Los resultados de estos sistemas han sido bastante desalentadores durante 50 años y aun en la actualidad (Leer, Lovshin and Schwartz, 1999) se insiste en continuar con estos improductivos sistemas de producción.

El gobierno de Jamaica (GOJ), con asistencia de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) de E.U.A., inicia el primer proyecto para el cultivo comercial de *O. mossambicus*, pero al año siguiente, 1978, se cambió por la especie *O. niloticus*.

En América el primer grupo de tilapias rojas introducido correspondió a la *O. mossambicus* albina, proveniente de las Islas Barbados. Desde su aparición en 1968, en la década de los 1970 se inició una próspera senda de desarrollo, cultivo y comercialización de las diferentes líneas de tilapia roja. Paralelamente a estos eventos, en Colombia y Venezuela, existió una muy fuerte oposición a la introducción y cultivo de nuevas especies de tilapia, debido a las malas experiencias con la *O. mossambicus* a partir de su introducción hacia finales de la década de 1950. Esta especie de tilapia, por falta de experiencia y carencia de una tecnología práctica para su manejo, causó no sólo que muchos ejemplares escaparan de los centros de investigación hacia las corrientes superficiales aledañas, sino que rápidamente colonizó aguas no controladas. La especie sufrió una degeneración que afectó su apariencia, sabor y desarrollo, ocasionando el rechazo de los consumidores y cuestionamiento por parte de los ecologistas, sin considerarse en ningún momento que la principal causa que afectó a las especies nativas y endémicas fue la acelerada contaminación de los cauces naturales por la industrialización, asentamientos humanos, actividad agrícola y minera. La tilapia roja es una de las pocas especies de peces que puede resistir y sobrevivir a un grave deterioro ambiental.

En Venezuela, por la Resolución MAC/DG/ONP No. 338 de 1974, publicada en la Gaceta Oficial, se prohibía la importación y cultivo de la tilapia en todo el territorio nacional e insular, excepto para propósitos de investigación.

En Panamá el Instituto Nacional de Agricultura (INA) inició los primeros cultivos experimentales de tilapia en comunidades de bajos recursos en la provincia de Veraguas (Alceste, 2001).

La nueva especie de tilapia que aparece en el panorama acuícola es la *Oreochromis niloticus niloticus* (LINNAEUS, 1758), conocida con los nombres vernáculos “Tilapia nilótica”, “Tilapia plateada” o “Mojarra Plateada”, originaria de África y los Ríos costeros de Israel, la región del Nilo desde el Bajo Albert Nilo hasta el Delta, Jebel Marra, cuenca del Lago Chad y los Ríos Negro (Niger), Benue, Volta, Gambia y Senegal. Esta especie posiblemente recibió su nombre del filósofo griego Aristóteles en el año 300 AC, denominándola “pez del Nilo”.

Esta misma especie fue introducida en Bolivia entre 1960 y 1969 por los evangelizadores a la región amazónica, en México en 1964 procedente de África y Costa Rica, en Nicaragua en 1964 procedente de El Salvador, en Cuba en 1967 desde Perú a la Estación Acuícola de “El Dique”, cerca de la Habana.

En los años 70, la *Oreochromis niloticus* fue introducida sucesivamente en Santa Lucía desde Jamaica entre 1970 y 1979, en Brasil en 1971 procedentes de Costa de Marfil, en Guatemala en 1974 desde Costa Rica y El Salvador, en Puerto Rico en 1974 desde Brasil, en Jamaica en 1975 de procedencia desconocida y allí conocida con el nombre de “Perca Plateada”, en Panamá en 1976 desde Brasil, en Haití en 1977 de procedencia desconocida, en Honduras en 1978 y El Salvador en 1979 desde E.U.A., en República Dominicana en 1979 desde origen desconocido, en Costa Rica desde Panamá y en Perú y Argentina desde Brasil.

En Colombia, el desaparecido instituto gubernamental INDERENA (Instituto para el Desarrollo y Conservación de los Recursos Naturales), en 1979 introduce en forma oficial a la Estación Piscícola de Repelón (Departamento de Bolívar), para estudio de impacto ambiental, una línea de tilapia nilótica o plateada, la *O. niloticus*, conocida con los nombres de “Mojarra Plateada” o “Mojarra Lora”, ejemplares que luego fueron empleados indiscriminadamente para repoblación de ciénagas y represas, fomento y extensión rural y piscicultura semi comercial.

## 1980 - 1985

En 1980 la tilapia *O. niloticus* fue reintroducida en Colombia desde Panamá, en Trinidad y Tobago desde Jamaica entre 1980 y 1985, en Grenada en 1982 de procedencia desconocida y en la Isla San Vicente en 1983 desde Dominica.

En 1980, Cuba por primera vez reporta una producción de más de 5,000 toneladas de tilapia (Fonticiella y Sonesten, 2000), convirtiéndose en la especie de mayor demanda en la isla.

En 1981, Brasil importa el primer grupo de tilapia rojas a Ceará procedente del Estado de Florida (E.U.A.) (Lovshin, 2000).

En 1982, en Jamaica se construye la primera granja semi privada, “AQUALAPIA”, de 44 hectáreas, para producir tilapia. Fue un joint-venture entre israelíes y el National Investment Bank of Jamaica, quienes en 1984 importaron una línea de tilapia roja (Red Florida) desde Florida (E.U.A.), comercializándola con los nombres de “Jamaica Red Snapper”, “Freshwater Snapper” y “Port Royal Snapper” (Hanley, 2000). Este grupo israelí es el mismo que estableció un joint-venture con inversionistas locales para la puesta en marcha de COLAPIA S.A. en Colombia.

El primer grupo de “tilapias rojas” fue introducido en Colombia en 1982, a la Piscifactoría Aletas, en el Municipio de Florida (Departamento del Valle del Cauca) y otro grupo al Municipio de Santafé de Antioquia (Departamento de Antioquia), procedentes de Panamá. A su vez, estos grupos habían sido introducidos desde México en 1981, procedentes de Cuba, correspondientes a una línea importada desde Taiwán (Popma and Rodríguez, 2000).

Esta primera línea importada correspondía a la *O. mossambicus* albina y no a la verdadera Red Taiwanesa (macho color natural de *O. niloticus* por hembra *O. mossambicus* de color anaranjado rojizo) como erróneamente aseveran Popma y Rodríguez (2000).

En 1983, el Ministerio de Pesquería, conjuntamente con el Instituto del Mar de Perú y la Dirección General de Pesquería XIII, introducen la tilapia nilótica (*O. niloticus*) en Perú, en las Estaciones de Ahuashiyacu (Tarapoto) y Marona (Moyobamba), de la Región San Martín, promoviéndose su cultivo a todo nivel.

En este mismo año, empresas privadas introdujeron la Red Florida en Jamaica, país desde el cual se realizó la introducción de tilapias en numerosos países de América Central y del Sur.

En 1984, una empresa de peces ornamentales, «Acuario Cali LTDA», situada cerca de la Ciudad de Cali, en el Corregimiento de Palmaseca, Municipio de Palmira (Departamento del Valle), importó desde México el segundo grupo de tilapias rojas que llegó a Colombia. Correspondían a la coloración bronce resultante del cruce de un macho *O. mossambicus* albino con una hembra de *O. urolepis hornorum*, la cual segregó siguiendo un mecanismo de herencia mendeliano simple, correspondiente a la Red Florida: AA Rojo 30% Aa Bronce 55% aa Negro 15%.

En 1985, «Acuario Cali LTDA.» se convierte en la empresa «Acuacultivos Cali Ltda.» (ACC). Por primera vez se dedica a la investigación genética, interpretación de mecanismos hereditarios, mejoramiento y producción comercial de alevinos de tilapia roja y tilapia nilótica, entre otras especies comerciales. Participan de forma decisiva estudiantes de los últimos semestres del Departamento de Biología de la Universidad del Valle entre los años 1985 a 1989.

En 1984, cerca del Municipio de Garzón, en el Departamento del Huila, se inician los primeros trabajos de piscicultura, en la "Hacienda Castalia", con tilapia nilótica (*O. niloticus*), conocida en la zona con el nombre vernáculo de "Mojarra Plateada". No será sino hasta la década de 1990 que se convertirá en una exitosa piscícola, trabajando con tilapia roja, cultivándola en su hacienda o en jaulas en la represa Betania (Departamento del Huila) y comercializando casi toda su producción en la ciudad de Bogotá.

La *Oreochromis urolepis hornorum* (Trewavas, 1966), conocida por los nombres vernáculos "Wami River Tilapia" y "Tilapia de Zanzíbar", es originaria del este y centro de África, del Sistema del Río Wami (Tanzania) y Zanzíbar (posiblemente introducida).

En E.U.A. esta tilapia fue introducida inicialmente desde Singapur, entre los años 1960 a 1969 y en el estado de Arizona en 1962, procedente de Malasia, adaptándose rápidamente a las aguas salobres y saladas. En Puerto Rico desde EE.UU. en 1963, al noreste del Brasil desde Costa de Marfil entre 1971 y 1972. Fue introducida desde El Salvador en Guatemala y Nicaragua en 1974, en Cuba desde México en 1976, en Panamá desde Brasil en 1976, en México desde Costa Rica en 1978, en Perú desde Brasil en 1978 y desde Panamá en Honduras en 1979 y República Dominicana en 1980.

En 1984, el INDERENA, Sección Departamento del Cauca, Colombia, la introduce a la Hacienda La Berta (entregada a excombatientes del M-19), con la finalidad de producir híbridos solo-machos al cruzarla con *O. niloticus* y el fallido intento de introducir la *O. mossambicus* albina para producir líneas rojas. Acuicultivos Cali Ltda. (ACC) adquiere un grupo de estos ejemplares de *O. urolepis hornorum*, los que son definitivos en los programas de hibridación e investigación de los mecanismos hereditarios para coloración y determinación sexual de tilapia roja.

## 1986 - 1990

Estos son los 5 años definitivos para el desarrollo regional comercial de la tilapia roja en Colombia, convirtiéndose el Departamento del Valle del Cauca en el motor que la generó, puesto que el Departamento del Huila se había orientado exclusivamente a producir en forma comercial la tilapia nilótica (*O. niloticus*), dejando de lado hasta mediados de la década de 1990 cualquier trabajo con la tilapia roja (Mojarra roja).

Históricamente, la producción de tilapia en el mundo se había duplicado entre 1986 y 1992, lo que auguraba un atractivo futuro a la producción comercial y su posterior mercadeo internacional, a pesar de su fracaso inicial en el mercado de E.U.A. en los primeros intentos a lo largo de la década de 1980.

En 1986 inicia operaciones la empresa Aquacorporación Internacional S.A. y su comercializadora Rain Forest Aquaculture. Con sede cerca de la ciudad de Cañas (Guanacaste), en Costa Rica, en el distrito de riego Arenal-Tempisque, se construyeron instalaciones inicialmente sobre 10 hectáreas, pero no pudo despegar comercialmente hasta la década de 1990, por los muchos problemas en el cultivo de líneas de tilapia roja, por lo que se dedicaron a la producción de tilapia plateada (*O. niloticus*).

A partir de 1987, luego de un intenso trabajo de hibridación y selección genética en la empresa Acuicultivos Cali Ltda. (Finca El Acuario), se logran obtener 3 líneas de tilapia roja totalmente identificadas y diferentes en su presentación y potencial de cultivo:

ACC1: cruce *O. mossambicus* albina x *O. niloticus* (1985), similar en todos sus aspectos a la Red Taiwanesa.

ACC2: cruce (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) x *O. niloticus*, de excelente rendimiento en carne, pero pigmentación variable, se conoce como "Red Yumbo" (1986).

ACC3: cruce (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) x *O. aureus*, excelente coloración roja, pero poco crecimiento (1989).

Con los resultados de este programa, se inicia por primera vez en Colombia la producción comercial de alevinos de tilapia roja identificados como "Red Yumbo" en forma experimental. Simultáneamente, por primera vez se hicieron los ensayos iniciales de inducción sexual (reversión sexual).

En 1987, la Compañía Vallecaucana de Acuicultura Ltda. (CVA) (Leer: Aqua-O2, 1989; NAGA, 1990, Castillo, 1994), localizada en la Hacienda Los Piles, Corregimiento de la Dolores, Municipio de Palmira, diseñó y construyó la primera piscifactoría intensiva de cultivo comercial de tilapia roja, la cual entró en funcionamiento el primer semestre de 1988.

Todo lo anterior revolucionó el concepto de la acuicultura comercial en Colombia y abrió la puerta para el inicio de la era industrial en producción de la tilapia roja.

Por primera vez se aplicaron una serie de conceptos importantes en la piscicultura comercial:

1. Programas de selección genética para la obtención de líneas de tilapia roja mejoradas, realizados en instalaciones de ACC.
2. El ciclo de “precría o alevinaje” hasta los 30 gramos en promedio, realizado en ACC.
3. Altas densidades de manejo de alevinos en estanques de cemento y jaulas (hapas).
4. Con el fin de evitar la enorme depredación de alevinos por parte de aves y murciélagos, a mediados de 1988 se implementó con gran éxito la utilización de redes o mallas en ACC y CVA. Se trata de las mismas mallas utilizadas en invernaderos para la guía de plántulas. Este sistema preventivo rápidamente se popularizó y actualmente lo usan ampliamente en el mundo todos los productores de alevinos y juveniles con todo éxito.
5. Los “traslados” entre ciclos de engorde empleados en CVA, estandarizando cada ciclo de cultivo en períodos de 4 meses, incluyendo la selección por tallas en cada cambio de ciclo.
6. El recambio continuo de agua, complementado con el empleo de aeración suplementaria con 6 equipos inyectores de aire de 2.0 H.P. de la Empresa Aire-O2.
7. La utilización de dietas suplementarias, alimento balanceado fabricado especialmente para la producción comercial de tilapia, con varios niveles de proteína y tamaño de los “pellets” (croquetas).
8. El diseño de siembras mes a mes, que permiten realizar cosechas igualmente en forma mensual durante todo el año. La cosecha se inició desde el segundo semestre de 1988, con un promedio aproximado de 25 toneladas/hectáreas por cosecha, asegurando una oferta regular de producto en el mercado regional. Hasta entonces, la norma había sido que los piscicultores tradicionales iban al mercado en forma esporádica, sólo cuando obtenían su cosecha total, en periodicidad de 6 a 8 meses y con un producto de regular calidad y presentación, lo que no favorecía tener un mercado consumidor cautivo.
9. Se coloca por primera vez en el mercado un producto de apariencia y coloración atractiva para consumidores no tradicionales de pescado, muy similar al pargo rojo, sin olor o sabor a pescado, carne blanca, con bajo número de espinas.
10. La capacidad de ofrecer un producto en el mercado estadounidense, con un costo de producción inferior al obtenido por los productores locales.

Para 1989, se comercializaba con enorme aceptación la tilapia roja en el mercado colombiano con el nombre de «Pargo rojo de agua dulce», “Parvita” o “Pargo Cardenal” y hacia E.U.A., en pequeñas cantidades, con el nombre de «Red Snapper de agua dulce» (Freshwater Snapper), nombre que luego prohibió la Food and Drug Administration (FDA), por lo que se comenzó a emplear su nombre original «Red Tilapia». La empresa comercializadora de la tilapia colombiana en E.U.A. fue F&F International Food Corporation, Inc., con sede en Plantation (Florida).

En mayo de 1988, un grupo pionero de “Piscicultores y Empresarios Venezolanos”, encabezados por el abogado vallecaucano Dr. Orlando Sardi, adquirió un grupo de alevinos de la línea de tilapia “Red Yumbo” en Acuicultivos Cali Ltda. (ACC). La intención fue utilizarlos como el primer grupo ancestral de reproductores, los cuales ingresaron a Venezuela por vía terrestre, directamente al estado de Valencia vía San Antonio del Táchira, desde donde fueron trasladados posteriormente a los estados de Zulia, Valencia y Táchira. Esta se registra como la primera importación de tilapia roja procedente de Colombia.

En 1992, el productor ecuatoriano Sr. Kleber Tejada ingresa por vía de Guayaquil (Ecuador) un segundo grupo de alevinos reproductores de la línea “Red Yumbo”, procedente igualmente de Acuicultivos Cali Ltda. (ACC). Estos eventos facilitan lenta pero progresivamente el desarrollo del cultivo de tilapia roja en Venezuela y Ecuador.

Aprovechando el auge de la acuicultura a mediados de 1988, llegan a Colombia en forma simultánea 2 grupos diferentes de técnicos de origen israelí para establecer contacto con inversionistas vallecaucanos. La propuesta era establecer un joint-venture o la venta de paquetes tecnológicos. Ellos se beneficiaban con el aporte de un costoso paquete de transferencia tecnológica que incluía estudio de prefactibilidad y factibilidad técnica, reproductores de origen israelí, transferencia tecnológica en cada fase productiva y mercadeo internacional dirigido exclusivamente por ellos. Todo se basó principalmente en el cultivo de la línea de tilapia roja que ellos no manejaban y en un mercado estadounidense que hasta ese entonces no existía para ellos.

El primer grupo en su mayoría provenía de la empresa Aqualapia S.A., con sede en Jamaica, complementado con técnicos de diversos “Kibbutz” de Israel, constituyendo un joint-venture con empresarios colombianos. Se formó la empresa Colapia S.A., con sede en la ciudad de Cali y planta de producción en el Corregimiento de Robles, Municipio de Jamundí (Departamento del Valle del Cauca). El segundo grupo, APT (Aquaculture Production Technology Inc.), consistía de asesores para los propietarios de la empresa Maragricola C.I., con sede en la ciudad de Cali y planta de producción en la ciudad de Tumaco (Departamento de Nariño). Con ellos llega la especie *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864), conocida con el nombre vernáculo tilapia azul, originaria de África y Eurasia (Valle del Jordán, Bajo Nilo, Cuenca del Chad, Benín, Cuenca Media y Alta del Río Negro [Niger], Río Senegal).

Introducida por primera vez desde Israel en Sudáfrica en 1910, desde África e Israel en EE.UU. en 1957, desde E.U.A. en El Salvador en 1963, México en 1964 y Puerto Rico en 1971, en Costa Rica desde El Salvador en 1965, en Cuba en la Estación de Acuicultura "El Dique" desde México en 1968, en Guatemala desde Costa Rica y El Salvador en 1974, en Nicaragua desde Costa Rica en 1978, en República Dominicana en 1980 de origen desconocido, en Perú desde Cuba en 1983, desde Cuba a la antigua Rusia en 1984, en Bahamas en 1985 de origen desconocido y en Panamá desde Puerto Rico en 1987.

Hacia finales del segundo semestre de 1989, se importan de Jamaica las líneas de reproductores Red Florida, las líneas Roy I y Roy II (estas dos últimas descartadas posteriormente por bajo rendimiento), *O. niloticus* egipcia y *O. aureus*, (primera introducción a Colombia), Carpa espejo (*Cyprinus carpio*, var. *specularis*) y Cachamas (*Piaractus brachypomus*). No obstante, la línea definitiva que proyectó a Colapia S.A. hacia la comercialización de alevinos, en los mercados externo y nacional, fue el cruce de machos Red Florida (Colapia) x hembras Red Yumbo (CVA).

En forma casi simultánea, el otro grupo israelí y Maragrícola C.I. iniciaban la construcción de un proyecto muy similar al realizado en Colapia S.A., aunque estaba ubicado en la costa del Pacífico, con uso de aguas salobres, ya que se había transformado parte de la infraestructura de la camaronera al cultivo de tilapia. Sin embargo, a pesar de las grandes inversiones realizadas en estudios de factibilidad e infraestructura, se cerraron las instalaciones posteriormente. Nunca se pudo superar serios problemas de sabor y olor en el producto, en parte por el desconocimiento de los técnicos respecto de adaptar la línea importada a las condiciones del medio, baja supervivencia luego del transporte desde Israel, el poco éxito logrado en los costosos estanques para cuarentena (purgas) del producto y finalmente, al contrario de lo que sucedió anteriormente con Colapia S.A., la combinación de dos grupos sin experiencia en la producción comercial de tilapia, conformado por técnicos israelíes y nacionales, causó el fracaso del proyecto.

### Producción de la Acuicultura en Colombia (Toneladas/Año) 1985-1990

Especie	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Camarón	122	250	535	1.282	2.973	6.000
Trucha	300	400	550	700	800	1.200
Tilapia	100	300	600	700	1.000	2.040
Cachama	50	300	600	700	800	1.100
Otros	0	6	10	10	50	60
Total	572	1.250	2.295	3.392	5.623	10.400

Fuente: Boletín Estadístico INPA, 1993

Al finalizar la década de 1980, el objetivo de masificar el consumo de tilapia roja en Colombia por medio de CVA se vio reflejado en el incremento del consumo per capita de productos pesqueros pasando de 3.34 Kg./año en 1975 a 4.5 Kg./año en 1989, penetrando lentamente en la región andina que, con excepción de Bogotá, rechazaban el consumo de pescado por razones culturales, problemas de olor y sabor, abundantes espinas y apariencia. Simultáneamente, se iniciaba una lenta introducción al mercado de E.U.A. Pero fue Colapia S.A. la empresa, por su indiscutible liderazgo en la década de 1990, quien conquistó definitivamente ese mercado, estandarizando una producción mensual de 360 toneladas totalmente comercializadas, producidas en 64 hectáreas de espejo de agua.

En 1987, México reportó una producción de tilapia de 27,765 toneladas, lo que serviría de estímulo a Colombia para seguir adelante con la tilapia.

En 1989, Jamaica contaba ya con 160 acuicultores, 620 hectáreas de producción y 3,000 toneladas procesadas al año (Morris, et. al., 1999; Hanley, 2000).

Igualmente en 1989, Honduras construye la primera piscifactoría intensiva para la producción de tilapia roja en el Valle de Sula, entrando en producción en 1990 con miras a la exportación (Teichert-Coddington and Green, 1997), siguiendo el modelo jamaiquino, ya que trabaja con la línea Red Florida importada de ese país y algunas *O. niloticus* egipcias, aunque el mercado y los productores prefirieron la tilapia roja.

En 1990, Venezuela cuenta con un proyecto de tilapia roja, Aquafresh C.A., el cual se basa en reproductores de Red Florida: machos *O. mossambicus* y hembras *O. urolepis hornorum*, introducidos desde E.U.A. y Red Yumbo (comprada a Colapia S.A. de Colombia en 1991). El proyecto se asentó en la Hacienda Santo Domingo del estado del Táchira y se convirtió en punta de lanza del cultivo piscícola en la región con el nombre comercial de "Pargo Colorado o Rosado". Contaba con el decidido apoyo de la Corporación Venezolana del Sudoeste (CVS). En ese mismo año, el Dr. Vicente Vivas adquiere las líneas de tilapia roja ACC1 y ACC2 de Acuicultivos Cali Ltda. (ACC) para establecer su piscícola El Dorado, centro productor de alevinos en el Estado del Táchira, contando exclusivamente con técnicos venezolanos.

En 1990, Colombia establece una política más seria orientada hacia la pesca y la acuicultura con la expedición de la Ley 13, en enero de 1990. Llamada Estatuto General de Pesca, brindó un nuevo marco legal e institucional a las actividades de pesca y acuicultura, en un momento en que se establecía una abierta y agresiva política de apertura económica, revaluación de la moneda y búsqueda de mercados externos para productos no tradicionales. La ley se complementó con el documento CONPES 2959, de 1997, en el cual se sustentan las bases del sistema de comercialización que deben ser divulgadas por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA.

En 1990, Cuba supera las 18,600 toneladas de tilapia producida, principalmente en reservorios y lagos, pero en este inicio de década, con el empleo de alimento suplementario y laboratorios de producción de alevinos, ya se establecen estanques para los producción semi intensiva e intensiva (Fonticiella and Sonesten, 2000).

En 1990, Bolivia inicia los primeros estudios para la producción de tilapia (*O. niloticus*), orientados por la Universidad Mayor de San Simón, centrándose posteriormente los trabajos en la Cuenca del Amazonas, en las estaciones El Parado (Universidad Gabriel René Moreno) y la estación Piscícola Pirahiba (Universidad Mayor de San Simón), aunque carecen de tecnología adecuada.

Por lo general, en toda América Latina el desarrollo del cultivo de la tilapia fue muy lento y mal orientado. Fue sólo hasta 1990, con la implementación de la Inducción Sexual (mal llamada Reversión Sexual), uso de tecnología y alimento peletizado, que se inician programas serios de producción comercial. La injusta mala imagen ganada por las tilapias ocasionó resistencia a su cultivo y consumo, por lo que se tomó como decisión salvadora emplear el nombre vernáculo de sus familiares carnívoros, los cíclidos americanos, conocidos popularmente con el nombre de "mojarras de río", a la vez que se promocionó la tilapia nilótica con el sugestivo nombre de "Mojarra Plateada", muy empleado en la actualidad, incluso para la tilapia roja (Mojarra Roja).

## 1991 - 1995

En 1991, Jamaica sufre los embates de un huracán que le ocasiona serios daños a la industria piscícola, quedando operativas solo 200 hectáreas. En el periodo 1991-1996, la crisis económica ocasiona el cierre de muchas granjas piscícolas y en 1992, la producción de peces desciende a 2,500 toneladas y el consumo de pescado per capita descendió, quedando en 16 Kg. (Hanley, 2000).

Colapia S.A. contribuye decididamente al desarrollo de los mercados nacionales e internacionales mediante un costoso programa de promoción y posicionamiento, mostrándose sus frutos al elevar el consumo de productos pesqueros per capita hasta 6.5 Kg./año en 1994. Estos resultados se generaron por el consumo masivo de tilapia roja y la colocación en el mercado internacional, logrando ocupar en las exportaciones el segundo puesto en la presentación de filetes frescos a EE.UU. (años 1992-1995), detrás del líder indiscutible de la década de los 90, Costa Rica. Fue la empresa costarricense Aquacorporación Internacional S.A., cultivando *O. niloticus*, la que desplazó a Jamaica en las presentaciones de tilapia en filete y entero congelado. Jamaica por su parte, sufría una aguda crisis en sus 2 grandes empresas acuícolas, pero paradójicamente un atractivo incremento del consumo interno por parte del turismo.

## Producción de Tilapia en Colombia (TM), 1991-1995

Año	1991	1992	1993	1994	1995
Producción	3.040	11.050	11.046	11.084	16.057

Fuente: Boletín Estadístico INPA, 1997

El afianzamiento de la tilapia roja como la especie bandera de la acuicultura Colombiana se ve reflejada en el incremento de la producción desde 2,000 Toneladas en 1990 hasta 16,000 toneladas en 1995, convirtiendo a Colombia en el país de mayor crecimiento en acuicultura en todas las Américas, considerando los primeros 5 años de la década de 1990.

Entre los años 1991 y 1992, el éxito empresarial de la tilapia roja se fundamentó en:

1. Disponibilidad continua del producto en el mercado, lo que aseguró una demanda cautiva.
2. Alta calidad del producto, tipo exportación.
3. Producto sin olor ni sabor a pescado, atractiva apariencia, carne blanca y firme, filete sin espinas, lo que lo convirtió en una delicia gastronómica.
4. Aceptación de la tilapia como tal por parte de los consumidores, sin la necesidad de emplear otros nombres que ocultaran el origen del producto.
5. Un programa de promoción para el cultivo de la tilapia y en general, de la piscicultura comercial, basado en conferencias, cursos teórico-prácticos y talleres.

En 1991, el autor viaja a Caracas (Venezuela), invitado como experto por el grupo pionero de productores de tilapia roja de los estados del Táchira y Zulia y para participar en una definitiva discusión con diferentes entidades gubernamentales como Universidades, la Corporación Venezolana del Sudoeste (CVS) y representantes de los Ministerios de Agricultura y Cría (MAC), del Ambiente y de Recursos Renovables (MARNR), PROFAUNA y el Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA). La finalidad era lograr la prohibición o la aprobación, así como la reglamentación para la introducción y cultivo de la tilapia roja. Los resultados se vieron reflejados meses después.

El 11 de junio de 1992, la Gaceta Oficial Venezolana publica la Resolución Conjunta No. 152/MAC y la No. 66/MARNR, las que regulan drásticamente la introducción y manejo de la tilapia en territorio venezolano, la cual es flexibilizada posteriormente con la Resolución publicada en la Gaceta Oficial del 6 de mayo de 1997, la No. 117/MAC y la No. 70/MARNR, permitiendo el cultivo comercial, previa aprobación por parte de MAC/SARPA y MARNR/PROFAUNA. Estadísticamente, en Venezuela la producción de tilapia comienza a figurar a partir de 1990 (SARPA, 1996), a pesar que ya se cultivaba tilapia *O. niloticus* y *O. aureus* desde 1980:

## Producción de Tilapia en Venezuela (TM)

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Producción	4	127	400	700	1,103	1,655

Fuente: SARPA, 1996 (Polanco, B. et al. 1999)

En 1991, Perú también limitó los trabajos con las tilapias, aprobando el Congreso de la República el Decreto Supremo N 002-91-PE, con fecha 10 de noviembre de 1991, relativo a la prohibición de la siembra y cultivo de las diferentes especies y variedades de «tilapia» en ambientes naturales o artificiales en toda la cuenca del Amazonas. La prohibición fue suspendida en mayo de 1997.

En ese mismo año, México también publica el Reglamento para La Ley de Pesca, favoreciendo principalmente la inversión extranjera por periodos de 20 a 50 años, simplificando los trámites de licencias y manejo de aguas, mediante el sistema de “una sola ventana” (one window), dependiendo de la Secretaría de Pesca y Acuicultura (SEPESCA), la cual en 1994 fue transformada en la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesquerías (SEMARNAP).

En 1992, Colombia por primera vez exporta tilapia roja, en presentación IQF (Individual Quality Frozen), sus filetes frescos, filetes congelados, entero, con y sin cabeza, congelado en túnel de nitrógeno (posteriormente cambiado por túneles de congelación por amoniaco, por su elevado costo de operación). Esta tecnología se popularizó, pero conlleva permanente riesgo de fugas de amoniaco, lo que exige programas completos de seguridad industrial.

A mediados de 1992, el autor es invitado por la Federación de Agroindustriales y Exportadores de Honduras (FPX) para realizar una consultoría en su granja de producción de tilapia roja (Red Tilapia San Eduardo). Estas instalaciones tienen una línea de Red Florida (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*), importada de Jamaica, cuyo propósito es convertirlas en centro productor de alevinos y generador de tecnología para pequeños productores (Plan Colonos), con la finalidad de convertirlos en exportadores al mediano plazo.

En Ecuador se detectan los primeros síntomas del Síndrome de Taura que afectaría significativamente la industria camaronería de América Latina y abriría las puertas a la producción de tilapia.

Fue sólo a partir de 1992 que las importaciones de tilapia en E.U.A. logran un nivel de importancia suficiente para considerarlo como una especie piscícola con categoría independiente. En ese año se realiza un detallado informe estadístico relativo a la tilapia en la Asociación Americana de Tilapia (ATA: <http://www.tilapia.org> y <http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ata/html>) y el US Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division. El informe se realizó debido especialmente al hecho de que la tilapia ese año desconcertó a sus detractores, duplicando sus importaciones e incrementando la producción interna.

En octubre de 1993, luego de sucesivos problemas con la parte administrativa de Colapia S.A., el autor se retira de la empresa y comienza una nueva etapa profesional en Ecuador. Ese año, inicia sus actividades en una pequeña empresa familiar que aun hoy perdura, Camarpez S.A. Inicia el proceso de la curtiduría de pieles de tilapia, las cuales se aplicaron con gran éxito a diseños de modas exclusivos para damas. Actualmente sus gestores trabajan en España y Francia.

Ecuador, a diferencia de Colombia y Venezuela, ya era un país acuicultor, líder mundial en la producción de camarón (Blanco: *Litopenaeus vannamei* y azul: *Litopenaeus stilirostris*), especialmente en dos provincias, el Oro y Guayas. Sin embargo, en esta última provincia, a partir de 1992 apareció el Síndrome de Taura, el cual con rapidez se expandió en toda la industria camaronera y agravándose con la presencia de la Necrosis Infecciosa, a partir de 1994. Por estos motivos, miles de hectáreas de piscinas (estanques) quedaron abandonadas, lo que, como una alternativa, facilitó la introducción del cultivo de la tilapia roja, complementándose a partir de 1995 con el policultivo tilapia y camarón.

Los datos estadísticos presentan a 4 países que se convirtieron en líderes de la producción, generación de tecnología y consumo de tilapia roja: Jamaica, Colombia, Costa Rica y Honduras.

La primera empresa que inicia labores con finalidad netamente exportadora en Ecuador fue Tilamar S.A. (El Triunfo, Guayas), con capital estadounidense y aprovechando la infraestructura de un fallido proyecto de cultivo de camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*). Se importó una línea de Red Florida desde EE.UU. y en forma paralela, se creó una enorme expectativa como uno de los proyectos más grandes del mundo, llegándose incluso a crear una empresa de comercialización en EE.UU. Posteriormente, esta empresa se convirtió en Tropical Aquaculture Products, Inc. (TAP), fundada en octubre de 1995, (Schramm, 1999). En 1993, Tilamar S.A., a través de TAP, logra comercializar filetes frescos en EE.UU. pero sus problemas de infraestructura (se construyó en una zona de inundaciones, al pie del Río Bulu Bulu) y los desacertados manejos administrativos y técnicos, causaron su cierre definitivo en 1996.

A mediados de 1994, el autor se radica definitivamente en la ciudad de Guayaquil (Ecuador), momento en que el interés por el cultivo de la tilapia era enorme, como una alternativa a los problemas del Síndrome de Taura. En julio de 1994, el autor inicia el rediseño e implementación de un pequeño sector de la Camaronera Pimaca, S.A. (500 hectáreas de camarón) para destinarlo a la reproducción y cultivo de tilapias (40 hectáreas) con el nombre de Ecuatilapia S.A. En noviembre de 1994, introduce los primeros ejemplares para reproductores, alevinos de 1,0 gr., de la línea Red Yumbo, de Colombia, iniciando la reproducción en septiembre de 1995. Se logra una producción estandarizada de 4,000,000 de alevinos/mes.

Simultáneamente, en julio de 1994, el autor tiene la oportunidad de conocer a uno de los más grandes impulsores del cultivo de la tilapia roja en Ecuador, el Ing. Hernán Maruri Castillo (q.e.p.d.), propietario de Mobley S.A. Con la asesoría de un técnico panameño, el ingeniero había iniciado la readaptación de la infraestructura de la Camaronera Río Taura (250 hectáreas), cuya sociedad compartía con la Empresa Industrial Pesquera Santa Priscila, con el fin de promover el cultivo de tilapia roja, basándose en 1993 en dos líneas Red Florida importadas desde Jamaica y Panamá, respectivamente. Más tarde (1994), se importó línea Red Yumbo, entregada con el mismo grupo de reproductores que llegó a Ecuatilapia S.A., procedente desde la empresa del autor ubicada en Colombia.

Ya en 1994, dos empresas ecuatorianas, la Industrial Pesquera Santa Priscila y la Empacadora Nacional (ENACA), inician la compra de tilapia *O. niloticus* extraída de la represa de Chongón (Provincia del Guayas). Comienzan a procesarla en forma de filetes congelados sin piel, a pesar de no ser de la mejor calidad (problemas de olor, sabor, coloración gris o café, presencia de parásitos) abriendo el camino a una muy rentable actividad, teniendo como primer gran comprador de esta producción a la empresa norteamericana Fishery Products Industry LTD (FPI), presentándose por primera vez dos actividades que se convertirían en rutinarias en esos primeros años. Se iniciaron los períodos de purga del pescado para eliminar problemas de olor y sabor y el descabezado para desangrar a la tilapia en las mismas piscifactorías (camaroneras) y represa de Chongón. Los inconvenientes más graves radicaban en la inconsistencia de las tallas cosechadas, el parasitismo propio de las aguas naturales y la irregularidad en los volúmenes de entrega.

### Importaciones de Tilapia en EE.UU., Año 1994

Producto	País	Kilos	Dólares
Filete fresco	Nicaragua	1.321	6.497
	México	19.385	120.355
	Ecuador	34.246	121.668
	Honduras	34.755	211.853
	Colombia	86.762	445.350
	Costa rica	713.945	3.910.503
Total		890.414	4.816.226
Filete congelado	Japón	164	4.296
	Nicaragua	954	5.158
	Singapur	1.100	4.409
	México	1.135	6.961
	Honduras	1.225	4.350
	Costa rica	3.527	19.400
	Ecuador	5.897	35.950
	Kenia	15.189	53.351
	Jamaica	57.872	250.301
	Tailandia	313.567	1.666.718
	Indonesia	399.176	1.872.925
	Taiwan	1.547.567	2.569.737
Total		2.347.335	6.493.556
Entero congelado	Sur corea	4.904	15.997
	Colombia	5.130	24.156
	Indonesia	17.963	31.521
	Singapur	18.143	21.378
	Japón	38.102	40.258
	Tailandia	107.039	121.615
	China	457.879	525.319
	Taiwan	10.668.659	13.494.875
Total		11.317.819	14.275.119
Total 1994		14.555.568	25.584.901

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

En 1994, el consumo de la tilapia en E.U.A. supera el de la trucha por primera vez.

En 1995, como asesor técnico en Ecuador, el autor tuvo que superar varios problemas de orden personal (imagen) y de orden técnico (manejo). Estos últimos estaban relacionados con el cultivo y las estrategias a aplicarse en el manejo de la tilapia roja en aguas salobres y saladas, ya que le faltaba experiencia, por ser un medio totalmente nuevo y al que debía adaptarse. Buscó el logro de un paquete tecnológico altamente competitivo y que demostraría sus bondades pocos años después, llevando a Ecuador a ser líder en la producción y exportación de filetes frescos y congelados de tilapia roja.

A partir de septiembre de 1995, inicia labores como director técnico de la empresa Industrial Pesquera Santa Priscila y su piscifactoría Mobley S.A. (Acuacultura Río Taura) trabajando exclusivamente con tilapia roja. En compañía de la Empacadora Nacional y su piscifactoría Acuaespecies S.A., inicialmente trabaja bajo la dirección de un técnico francés y con la especie *O. niloticus*. Ambas empresas serían el motor que impulsaría el crecimiento logarítmico de esta actividad en Ecuador y la conquista del mercado estadounidense con la exportación de filetes frescos y congelados.

Del 15 al 17 de noviembre de 1995, se lleva al cabo el Primer Simposio Centroamericano sobre el Cultivo de Tilapia, en San José de Costa Rica, al cual el autor es invitado como expositor por Ecuador y por la empresa Ecuatilapia. Este evento le permite al autor realizar la primera aproximación entre el Sr. John Schramm, quien recientemente había fundado su empresa Tropical Aquaculture Products, Inc, con el Ing. Hernán Maruri (q.e.p.d.), socio propietario de Acuacultura Río Taura (perteneciente a Industrial Pesquera Santa Priscila), por medio del productor Elías Sahih, propietario de Libanomar y Tilamar.

En Ecuador, al igual que sucedió en Colombia y en Venezuela, la lucha para lograr el cultivo de la tilapia roja con sentido empresarial no fue fácil. En aquella época, ingresaron a Ecuador muchos potenciales productores, los cuales carecían de mercado, dependiendo de la venta de su producción a las grandes empacadoras (Plantas de Proceso). Estas empresas compraban la libra de producto a bajos precios (US \$ 0.40), aprovechando su monopolio del mercado internacional, lo que causó finalmente la salida de muchos potenciales productores y la decisión de regresar al cultivo del camarón que se encontraba en plena recuperación. Las empresas que sobrevivieron en estos primeros años fueron Marfrisco y El Garzal (Provincia del Guayas).

En 1995, ya se habían consolidado 2 bloques de países exportadores, líderes en el mercado de EE.UU.: en filetes frescos, Costa Rica, Colombia y Ecuador; en filetes congelados, Taiwán, Tailandia e Indonesia; y en entero congelado, el líder indiscutible, Taiwán.

El crecimiento del filete congelado, entre 1993 y 1995, fue del 400%, filetes frescos el 50% y entero congelado 10%, mientras que la producción doméstica se incrementó de 5 a 16 millones de libras entre 1991 y 1996 (Costa-Pierce y Doyle, 1997).

Este periodo pone un término al liderazgo indiscutible de la empresa Aquacorporación Internacional de Costa Rica, con extensión de 120 hectáreas de terreno, de las cuales 40 construidas y otras 20 en construcción, 200 empleados directos y 3,000 toneladas de producción por año (Berman, 1995).

## 1996 - 2000

Colombia, superando la aguda crisis social y económica, se fortalece en la producción con medianas y pequeñas piscifactorías dedicadas al cultivo de tilapia roja, en especial en los Departamentos del Valle del Cauca, Viejo Caldas, Huila, Tolima y Meta.

Debe resaltarse la importancia del Departamento del Huila, el cual asumió el liderazgo en la piscicultura colombiana. En un estudio realizado por la Secretaría de Desarrollo, se determinó que existían un total de 1,896 piscicultores, divididos de la siguiente forma: 86.6% con estanques entre 1 y 500 m<sup>2</sup>, 9.2% con superficies entre 501 y 1.000 m<sup>2</sup> y 4.2% por encima de los 1.000 m<sup>2</sup>. Esto da un espejo total de agua de 852,300 m<sup>2</sup> en estanques y 6,832 m<sup>2</sup> en jaulas flotantes, todo cultivando activamente tilapia roja (= Mojarra roja) y en menor proporción cachama, tilapia plateada (= Mojarra plateada) y carpas (Lozano, 1998).

El precio interno de la tilapia entera en Colombia, con peso entre 250 y 400 gramos, en estos últimos 5 años ha sido muy superior a las ventas en cualquier ciudad de E.U.A. y países de América Central y del Sur. El kilogramo de tilapia entera supera en promedio los US \$ 3.75 (US \$ 1.75/lb.) (Castillo, 1994; Jory, et. al. 1999), lo que la convirtió en un atractivo mercado para los productores de Ecuador y Venezuela, protegidos como están por los beneficios de exención de impuestos arancelarios por ser países miembros del Pacto Andino, situación que sí afecta a cualquier otro país por fuera del Pacto que siempre han considerado a Colombia como un mercado alterno muy atractivo.

El nuevo reto para los productores de tilapia colombianos es muy similar al de los productores estadounidenses. Consiste en recurrir a la venta de la tilapia viva, especialmente en las muy numerosas pescas deportivas, con precios muy atractivos, evitando tener que competir con la tilapia que ingresa desde Ecuador, la cual, a pesar de ser de una inferior calidad, tiene aceptación al ser vendida a los mayoristas a precios muy por debajo de lo que un productor colombiano puede.

A partir de 1996, Ecuador comienza a perfilar sus intereses para convertirse en líder de producción, procesamiento y exportación de filetes frescos hacia E.U.A. mediante la unión de productores ecuatorianos con comercializadoras estadounidenses. Las más exitosas han sido Aqua Trade Corporation (Industrial Pesquera Santa Priscila, Aquamar e Indupesca) de Ecuador asociada con Tropical Aquaculture Products de E.U.A., Empacadora Nacional (ENACA) de Ecuador asociada con Rain Forest Aquaculture (RFA) de E.U.A. Estas fusiones rendirían sus mejores frutos en la parte final de la década, especialmente en el primer caso, ya que la RFA se abastece esporádicamente por causa de problemas en su piscifactoría latinoamericana.

Existieron otras empresas ecuatorianas que se ocuparon de productos de tilapia, como Inducam S.A., Regreg S.A., Macrobio, Dibsa, Tilapaking, Libanomar, Pesquera Galuver, Agrícola La Luz, Tilaespecies, Biosuper, Expalsa, Tilaguayas y Marfrisco (Acuacultura del Ecuador, 1996) pero todas cerrarían posteriormente, debido a la falta de mercado, mala selección de los reproductores y alevinos, problemas de manejo y otras razones.

En 1996, se realiza la importación de una línea de tilapia *nilótica* (*O. niloticus*) procedente de la Estación “El Diviso” de Panamá, como un intento de alternativa para la producción de tilapia en aguas salobres. Desgraciadamente, los resultados no fueron buenos y nunca superaron en crecimiento y productividad a la tilapia roja.

La tilapia roja oficialmente se introduce en Perú gracias a la gestión del Ing. Julio Moscoso, en la región de San Juan de Miraflores. Es complemento de un lote de tilapias plateadas introducidas para renovar la sangre. Proceden de la Estación “El Diviso” de Panamá, las cuales, a su vez, provenían de líneas costarricenses (Hurtado, 2002).

México se consolida como el mayor productor y consumidor de tilapia de América, alcanzando 94,279 toneladas, de las cuales 79,154 provienen de sitios de producción extensivos y semi intensivos. La tilapia se vuelve el tercer mayor producto pesquero por peso, después de la sardina y el atún y en el cuarto de mayor valor, después del camarón, el atún y el pulpo (Fitzsimmons, 2000).

Cuba certifica sus avances en tilapia transgénica realizadas por los profesionales del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), contando con bancos de productores homocigóticos élite de la Línea F70, la cual crece entre 60% y 80% más rápido que sus congéneres. En Holguín, Granma, Camaguey y La Habana, quedan por esperar los resultados de las pruebas sobre el riesgo que estas tilapias conllevan para el consumo humano.

En 1997, el cultivo de tilapia roja se fortalece en especial con la producción en jaulas en las grandes represas colombianas, principalmente en los Departamentos del Huila (Betania) y Tolima (Hidro Prado). Se complementan con la proliferación exitosa de las pescas deportivas en todo el país, permitiendo una franca recuperación del sector, hasta llegar a 16,000 toneladas en 1997 y 18,000 toneladas en 1998, producción consumida casi en su totalidad en el mercado nacional. Estas cantidades deben sumarse a las toneladas que entran sin control de Ecuador a partir de 1996 y de Venezuela desde 1994 (no existe una estadística confiable de esto).

Sucede el cierre definitivo de Colapia S.A. por problemas netamente administrativos y en segunda instancia, de liderazgo técnico. Con el cierre de Colapia S.A., a los productores ecuatorianos les queda el camino expedito para vender su producto a un país considerado excelente consumidor y comprador. Con este evento, se afecta directamente a los medianos y pequeños productores colombianos, quienes no pueden competir con los muy bajos precios que los intermediarios obtienen el producto directamente en Ecuador (a pesar que su calidad rara vez supera a la colombiana), precios que lógicamente jamás se reflejan al nivel del consumidor final, el cual sí tiene que comprarlo al precio actual del mercado nacional.

Venezuela reporta una producción de 1,200 TM de tilapia, siendo la tilapia roja la especie de mayor producción y auge, especialmente en los estados del Táchira, Valencia y Cuenca del Lago Maracaibo (Sánchez y Álvarez, 1999). Venezuela ha desarrollado en estos últimos años una alta producción acuícola, con la Región Sudoeste, que presenta excelentes condiciones, representando en 1997 el 15% de la producción piscícola total (tilapia, cachama y trucha), equivalente a 445.07 TM en un espejo de agua de 116.25 hectáreas (Malavé, et. al 1999).

Ecuador, colateralmente a sus exportaciones a E.U.A., así como Colombia, inician incipientes y graduales exportaciones hacia el mercado inglés, en presentación de entero congelado de 800 a 1,000 g., enviados en contenedores de 30 toneladas. Sin embargo, un grave problema fue la insuficiente producción de tilapia de ese tamaño y se suspendieron temporalmente los envíos.

El 60% de la producción de tilapia en Brasil se concentra en los estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande Do Sul (Rivelli, 2001). El consumo de pescado per capita en Brasil asciende a 5,4 Kg., pero los habitantes del noreste consumen 55 Kg., debido a la abundancia de la pesca por captura en la Cuenca del Amazonas. Lamentablemente, no están disponibles los volúmenes de producción acuícola (Lovshin, 2000).

La granja de tilapia más importante en Honduras, por su inversión y expectativas, inicia labores en 2000. Se trata de Aqua Corporación de Honduras (ACH), un joint-venture entre el Grupo APT de Israel y empresarios hondureños, importando la línea de tilapia roja ND-59, caracterizada por una muy baja capacidad reproductiva (fecundidad) y menor promedio de peso, comparada con la Red Florida, por lo que esta empresa no logró la producción proyectada.

Jamaica tenía 55 productores de tilapia registrados, localizados en la región sur central (Parishes Catherine, Clarendon y St. Elizabeth), con un espejo de agua de 300 hectáreas y una producción de 4,200 toneladas de carne, de las cuales una sola empresa, Aquaculture Jamaica Limited (A.J.L.), produjo 3,200 toneladas. A.J.L. pertenece al Jamaica Broilers Group, conformado por 2 compañías y 8 granjas bajo contrato, con un área de 65 hectáreas y una producción entre 800-900 toneladas por año. En 2000, Jamaica inicia una exitosa incursión en los países europeos. Sólo a Inglaterra exportó 240 toneladas. Aquaculture Jamaica Limited (A.J.L.) posee 42 hectáreas ubicadas en la Isla de Barton, en el Parish St. Elizabeth, con una capacidad instalada de 1,800 toneladas por año promedio y posee Certificación y Operación HACCP y la ISO 9002, exportando a EE.UU., Canadá y Europa (Hanley, 2000).

A partir de 1998, para todos los países que exportan a Norteamérica (E.U.A. y Canadá), Comunidad Económica Europea (CCE) y Japón, entra en vigor la Certificación HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point o Análisis de riesgos y Punto de Control Crítico), consistente en un programa de seguridad para la manipulación de alimentos. En sus estipulaciones se identifican los riesgos antes y durante la cosecha, procesamiento y embarque desde el país de origen, buscando la reducción del riesgo potencial para los consumidores finales del producto alimenticio.

En Colombia se consolida la acuicultura como la actividad de mayor desarrollo dentro del sector pesquero, pasando de 1.5% de la producción total en 1986 al 25% en 1998, con un incremento constante año tras año, que solo tuvo un leve descenso en 1996 por el cierre de Colapia, S.A. y los problemas del Síndrome de Taura en el camarón marino (Sepúlveda, 2000).

La piscicultura en Colombia reportó en 2000 a 248 productores comerciales, quienes generaron unos 4,700 empleos directos y otros 15,000 indirectos. La acuicultura en pequeña escala generó alrededor de 71,000 empleos directos en todo el país para un total de 91,800 empleos. La pesca artesanal generó 91,000 empleos y la pesca industrial generó 17,929. El consumo per capita se incrementó de 3.8 Kg./año en 1993, a 6.5 Kg./año en 1998, valor afectado por el fenómeno de El Niño y no por la baja en consumo de pescado (Beltrán y Villaneda, 2000). Este consumo es bueno, ya que el promedio per capita de consumo latinoamericano está en 9.0 Kg./año (FAO, 1996).

En 1998, Venezuela reportó una producción de 2,000 toneladas de tilapia (Polanco, B. et al. 1999), lo que la convierte en el líder de la producción acuícola. El gran limitante es no contar con empresas de gran envergadura ni líneas de mercadeo apropiadas que normalmente son generados por empresas líderes. Reflejo de lo anterior es el muy bajo consumo per capita de pescado de 1.7 Kg./año. Existen 200 acuacultores en un espejo aproximado de 800 hectáreas.

En 1998, Ecuador sufre los duros embates del fenómeno de El Niño, lo que frenó en parte la producción de tilapia, especialmente debido a la producción de alevinos que fueron atacados por todo tipo de enfermedades de origen bacterial. Incluso los problemas obligaron al cierre de empresas productoras de alevinos al no poder superarlos, como Regret y Capzaoro (Provincia del Guayas), dejando un sistema productivo totalmente desabastecido, ya que las grandes empresas existentes tampoco fueron ajenas a este problema de producción de alevinos.

La empresa Regal Springs abre dos nuevos centros de producción de tilapia en jaulas en el noroeste de Honduras (represa del Cajón y lago Yojoa).

La producción interna de tilapia en Colombia crece levemente pasando de 18,203 toneladas en 1998 a 19,842 en 1999, en gran parte como una respuesta a la actual situación social que vive el sector rural. Igual evento es aplicable a la Cachama, especie nativa cuya producción también se ha estabilizado: 12,131 toneladas en 1997, 12,335 en 1998 y 13,445 en 1999.

El consumo de productos pesqueros y acuícolas en Colombia se incrementa a niveles históricos de 7.97 Kg./año, aunque oficialmente el consumo per capita anual se considera de 6.5 Kg., siendo la tilapia el producto de mayor demanda y aceptación en todos los niveles del mercado, contando con consumidores totalmente adictos a ella, llegando solo a consumir este pez y desechar otro tipo de productos pesqueros o acuícolas tradicionales. La producción ascendió a 19,842.06 toneladas, lo que corresponde al 38% de una producción total de 52,213.21 toneladas en acuicultura.

Ecuador con sus tres empresas productoras de tilapia roja, Aqua Trade Corporation (la mayor exportadora), Empacadora Nacional (con muchos problemas de calidad) y El Garzal, continuaron creciendo a gran ritmo y consolidándose en los mercados de E.U.A. y Colombia, explorando nuevos mercados en Europa y más limitados por la capacidad de sus modernas plantas de proceso que por su capacidad de producción. Muchos productores medianos y pequeños de tilapia, situados en el oriente y noroccidente ecuatoriano, colaboran con 500 TM de tilapia roja vendida a Colombia.

De una producción total de 2,000 toneladas, Venezuela exporta en 1999 un total de 10,841 Kg. de filetes congelados a E.U.A. pero su presencia en ese mercado no es constante. Adicionalmente, hay que considerar que tiene un socio comercial altamente rentable en el Grupo Andino: Colombia. Se reportan 200 productores y un espejo de agua de 800 hectáreas.

Brasil desarrolla dos frentes de producción de tilapia, una en jaulas flotantes con productividad de 100 a 130 Kg./ciclo y la otra en estanques en tierra, en donde se reportan 13,000 Kg./año. El consumo per capita de pescado es de 6 Kg./año en Brasil. El gobierno tomó conciencia y está apoyando al sector acuícola por su impacto social (alimentación y empleos entre otros) y por ser fuente de divisas. Como reflejo de lo anterior, el 75% de la participación en piscicultura la obtienen pequeños productores, trabajando especialmente en pequeñas jaulas con altas densidades (1 a 5 m<sup>3</sup>) y hasta 2 hectáreas de espejo de agua (Barbieri, R. 1999).

Honduras cuenta aproximadamente con 300 hectáreas de espejo de agua dedicadas al cultivo de la tilapia, la gran mayoría altamente tecnificadas, concentradas en los departamentos de Cortés, Olancho y Copán.

Costa Rica, a través de su empresa bandera Aquacorporación Internacional, ha consolidado su esfuerzo de años en el mercado interno, vendiendo sus filetes tipo exportación a precios de US \$ 7.15/Kg. (US \$ 3.25/Lb.) (Jory, et. al., 1999). Obtuvo el Premio al Mérito del Esfuerzo Exportador Agrícola en 1999, otorgado por el gobierno de Costa Rica, no sólo por sus volúmenes de exportación, sino también porque genera aproximadamente 500 empleos directos, de los cuales 150 es a mujeres cabezas de familia. Sus exportaciones representan el 25% del volumen total de exportación de productos frescos del país en el sector de pescados y mariscos.

Aquacorporación Internacional busca consolidar su liderazgo mediante la expansión de sus propias granjas en Costa Rica, con una producción anual de 7,000 toneladas y una nueva granja, "Lake Harvest", construida en el Lago Kariba de Zimbabwe (represa para generar energía), abastecida por el río Zambesi y que termina en una de las maravillas turísticas de África, las Cascadas Victoria, además de contar con aportes de productores privados en Ecuador y Taiwán.

En su informe de INCOPESCA (Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura), el biólogo Alvaro Otálora, presenta un informe sobre el número de productores de tilapia y el sistema empleado:

Sistema Empleado	No de Productores
Super-intensivo	14
Intensivo	131
Semi-intensivo	210
Extensivo	228
Total	583

En Panamá se logran las primeras cosechas halagadoras en el Lago de Gatún, 18 jaulas que producen en promedio 6 toneladas de tilapia con un peso promedio de 1.0 Kg. producidas para el mercado de E.U.A.

Por su parte, E.U.A. se consolidó como el mayor importador de tilapia, con un 88%. Le siguió Arabia Saudita con 11%. El 1% restante, se reparte entre la República Árabe Unida, Qatar, Ghana, Bermudas, República Dominicana y Europa. Del total de este volumen Taiwán exportó el 95%.

La costa este de E.U.A. sigue siendo la ruta del producto en la presentación de filetes frescos provenientes de América Latina: Costa Rica (43.5%), Ecuador (34%), Honduras (14.5%), Jamaica (3.3%).

En 2000, en Ecuador, se reportan grandes fracasos económicos con otros productos como la “Langosta Australiana” (Red Claw, *Cherax quadricarinatus*), el “Red Fish” (familia Scianidae), la “Tilapia Nilótica” (*O. niloticus*) que no se adapta fácilmente al medio artificial de las camaroneras y otros más.

Existieron enormes áreas costeras de camaroneras afectadas por el virus de la Mancha Blanca y aun actualmente improductivas, causando un gran impacto productivo, económico y social. Tan sólo al nivel de empleos, según la Cámara Nacional de Acuicultura de Ecuador, la actividad camarnera en 1998 generó cerca de 250,000 empleos, pero la crisis del 2000 dejó desempleados a cerca de 90,000 personas, reduciéndose la producción en más de un 50%, comparado con 1999 y en un 70%, comparado con la producción de 1998.

Esta aguda crisis que se inicia a partir del Síndrome de Taura en 1992, casi obligó a Ecuador a desarrollar una piscicultura comercial simple. Se llevó al cabo en piscinas para camarón, con extensiones entre 1.0 y 30 hectáreas, en la Provincia del Guayas principalmente. Lógicamente, su rentabilidad no era igual a la del camarón, sumado a que el tiempo de producción de la tilapia implica períodos de 10 a 12 meses, duración no atractiva para los productores tradicionales de camarón ecuatorianos.

En Ecuador los empresarios del sector de la tilapia están empleando sistemas de cultivos extensivos con muy bajas densidades de siembra, 0.2 a 0.8 tilapias/m<sup>2</sup>, utilizando un mínimo perso-

nal técnico y de campo, lo que les permite producir tilapia a muy bajo costo, pero de calidad muy variable y bajos rendimientos en carne. El personal colombiano ocupado en las plantas de producción de alevinos y de procesamiento se ha mantenido.

La progresiva tendencia a obtener filetes completamente blancos se ha reflejado en bajos rendimientos de carne en la planta de proceso, un 28% de rendimiento en filete, y obliga a producir una tilapia muy barata, además de ser eficientes en la comercialización de los subproductos vendidos normalmente a Colombia, o empleados en la fabricación de alimentos balanceados para otros animales. En Ecuador todavía no se desarrollan verdaderos programas de selección y mejoramiento genético, con líneas especiales para la producción de carne y tecnologías más eficientes en la producción por unidad de área.

Se puede apreciar un ejemplo palpable de las grandes producciones de tilapia roja en Ecuador, trabajando con muy bajas densidades de siembra al aprovechar las grandes áreas de cultivo de sus camaroneras, con el caso de ENACA, quién produjo 4,000 toneladas en las 1,000 hectáreas de espejo de agua que tiene su camaronera Acuaspecies, situada en la zona de Churute (Provincia del Guayas). Esta camaronera es la granja principal de ENACA (Redmayne, 2001). En contraste, empresas como Colapia S.A. (de Colombia) produjeron esa misma cantidad de tilapia al año con tan sólo 64 hectáreas de espejo de agua productivo pero aplicando técnicas de cultivo intensivo (Castillo, 1993, 1995, 1997).

El rápido crecimiento de la producción de tilapia roja en Ecuador, marcó el incremento de las ventas de tilapia en EE.UU., especialmente por empresas como Aqua Trade Corporation (Industrial Pesquera Santa Priscila, Aquamar e Indupesca), ENACA (Empacadora Nacional) y nuevas granjas de Panamá, respaldadas con su tradicional comercializador estadounidense, Tropical Aquaculture Products Inc. (con base en Rutland, Vermont). Sumadas a las anteriores, otras empresas se dedicaron a producir tilapia, principalmente para el mercado colombiano, como "El Garza", "Marfrisco" y "El Rosario" (Provincia del Guayas).

Para Perú, los efectos de la Mancha Blanca también causaron una grave crisis en las camaroneras (langostineras), con una reducción de hasta el 90% de las producciones, facilitando el desarrollo del cultivo de la tilapia roja como la alternativa más inmediata, aunque los peruanos no contaban con la experiencia requerida y obteniéndose pobres resultados. El gobierno publica las Resoluciones Ministeriales No. 277-99-PE de 1999 y No. 015-00-PE de 2000 que autorizan el cultivo de la tilapia en la zona costera y facilita la diversificación a los camaroneros de Tumbes (Hurtado, 2002).

El permanente liderazgo de México en la producción de la tilapia se mantuvo durante toda la década de 1990, en su mayoría representada por la producción en represas, lagos y otros cuerpos de agua, con muy poco de la acuicultura, concentrándose especialmente en las especies nilótica y áurea. El cultivo de la tilapia es relativamente nuevo, pero producir peces se remonta a los tiempos prehispánicos, aunque entonces tenía propósitos "rituales y religiosos" (Fitzsimmons, 2000). En el 2000 la acuicultura tuvo un ligero descenso (0.1%) y su participación en la producción pesquera nacional equivale al 13.4%.

En Costa Rica, la acuicultura mantiene su crecimiento, favorecido por el liderazgo incuestionable de Acuacorporación, de acuerdo con el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA). Los empleos directos generados por la industria acuícola pasaron de 772 personas en 1999 a 915 personas en el año 2000. Del total de acuicultores el 74.64% son productores de tilapia, 18.9% de trucha, 6.13% de camarón y 0.33% de otros productos (FIS Latino).

No es sorprendente que Honduras esté colocado en el tercer puesto de las importaciones en E.U.A., de filete fresco con 1,037,770 Kg. por un valor de US\$ 5,914,932, basado en el incremento de la producción y por consiguiente, de las exportaciones por parte de la empresa cuya sede y principal planta de producción están en las Islas Indonesias de Sumatra y Java. Regal Springs es líder de las exportaciones de filete congelado de tilapia producida en jaulas con destino al mercado de E.U.A. Uno de sus propietarios, Mike Pichietti, aspira a duplicar su producción a partir de 2001.

Se esperaba en el 2000 el despegue de la empresa Acuacorporación de Honduras, asesorada por una empresa israelí, porque no ha superado sus problemas técnicos de producción, a pesar de llevar 3 años en línea con una alta inversión e infraestructura completa.

#### Principales Granjas de Producción Intensiva en Honduras

Nombre Granjas	Localización	No. de Estanques	Área Total (Ha)
Productora de Tilapia del Sur	San Luis Victoria, Choluteca	80	8.8
Los Palillos Fish Farm	Los Palillos, Comayagua	14	3.8
Granja Pscícola Mirador	Santa Rita de Copán, Copán	32	12.2
Proyecto Especial de Tilapia (PETISA)	Río Lindo, Cortés	60	24
St. Peter's Fish Farm	Borbotón, Cortés	48	18.6
St. Elias Fish Farm	San Manuel, Cortés	28	6
Aqua Corporación de Honduras	Río Lindo, Cortés	80	8
Acuacultura Doble L	San Manuel, Cortés	18	3.6
ICASUR, Proyecto de Tilapia	Santa maría del Real, Olancho	77	25.1
Aqua farm	Aldea La Lima, Olancho	55	24
Industria Agropecuaria Games Alvarado	El Progreso, Yoro	25	6.2

Fuente: Green and Engle, 2000

Panamá ha tenido siempre el apoyo irrestricto de las autoridades gubernamentales para el desarrollo de su sector acuícola. Desde la construcción del primer cultivo de tilapia en 1987 en las cercanías a Ciudad de Panamá, lentamente se han ido desarrollando granjas y a raíz de la Mancha Blanca, este desarrollo tomó mayor empuje. En la actualidad, se cultiva la *O. niloticus* en granjas, en camaroneras y en el Lago Gatún, en jaulas flotantes. Las empresas Acuícola Las Huabas, situadas en Parita, Provincia de Herrera, Costa Sol Comercial en la Provincia de Los Santos y Gatun Lagoon Fish Farm en Panamá, tienen todas una sola finalidad: producir filetes frescos de 3-5, 5-7 y 7-9 onzas, los cuales llegan a E.U.A. por vía de Miami, además de vender pescado entero fresco en su mercado interno.

Brasil es el mayor productor de tilapia en América Latina. Entre las piscícolas, una de las más importantes es Faenza Santa Isabel, con su marca registrada "Saint Pierre", con la cual desea iniciar un serio programa de exportaciones.

Perú, ante la exitosa experiencia de su vecino Ecuador, inició su ingreso en la producción comercial de tilapia roja sin contar con asesores experimentados o buenas líneas de reproductores, tal como sucedió con su vecino. Casos como las empresas Tilapia Perú, E.R.L. y Santa Mónica, en el Distrito de Castilla, ambas situadas en el Departamento de Piura, implementaron criaderos e iniciaron trabajos con varias líneas, tal como se hizo en Colombia hace 20 años. Lógicamente, los resultados no fueron los mejores. Posteriormente, otra empresa, Congelados y Exportaciones S.A., con sede en Tumbes, importó alevinos de tilapia roja desde Ecuador. Nuevamente, la falta de experiencia terminó en pérdidas económicas. La camaronera La Bocana, en la zona de Alcalde (Tumbes), realizó ensayos de policultivo con camarón y tilapia roja, pero también fracasó ante la baja supervivencia de las tilapias (Hurtado, 2002).

En Colombia, la disminución de las producciones reportadas por el INPA es un fiel reflejo de la crítica situación del sector rural y del mismo instituto. Sólo el sector camaronero registró crecimiento por estar desarrollado en zonas relativamente libres del conflicto.

#### **Producción de Tilapia en Colombia (Toneladas/Año), 1996-2000**

<b>Año</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Producción	14.025	16.112,34	18.203,73	19.842,06	10,175

Fuente: Boletín Estadístico Pesquero, INPA 1999-2000

Colombia aparece de nuevo tímidamente con exportaciones. "Betania Springs" es la marca comercial de las 5 mayores empresas productoras de tilapia roja en el país, ubicadas principalmente en los Departamentos del Huila, Tolima y Valle del Cauca y está asociada en una Federación de Acuicultores con sede en la ciudad de Bogotá. Sin embargo, aun se requiere mayor experiencia internacional y asesoría empresarial en el sector acuícola.

Estas cinco grandes empresas piscícolas colombianas son: COMEPEX y Piscícola New York (Departamento del Huila), Piscícola Pijaos (Departamento del Tolima), Pajonales (Departamento del Tolima) y Tilapias de Occidente (su planta principal de producción, en la región de Sabaletas, Municipio de Buenaventura, Departamento del Valle, fue cerrada por problemas de orden público). Todas se unieron con la finalidad de exportar el 80% de su producción al mercado de EE.UU., Puerto Rico, México y de las Antillas (Revista Cambio, 2001). Hasta el momento, este sueño no se realiza.

Los departamentos pertenecientes al Eje Cafetero, Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Putumayo, presentaron una producción récord de piscicultura en el año 2000, apoyados por la creación de las Cadenas Productivas, las que favorecen la competitividad y la asociación en todos los niveles del sector productivo, en los insumos y en la comercialización.

En Colombia, en 2001 el consumo de tilapia superó las 20,000 toneladas, sumado a la producción nacional (10,000 toneladas aproximadamente) y la tilapia que entra de Ecuador (8,000 toneladas/año) y Venezuela (500 toneladas/año), con licencia o sin ella, aprovechando los beneficios del Grupo Andino. Este mercado interandino está determinado en su mayoría por tilapia entera con peso entre 250 y 350 gr. El problema más grave radica en los bajos precios que los 4 grandes mayoristas colombianos obtienen en tilapia de Ecuador y que emplean como mecanismo de presión para bajar el precio pagado al productor nacional, a la vez que logrando atractivas ganancias en el mercado colombiano, saturándolo con un producto congelado de calidad irregular.

La tilapia desarrolló un gran mercado doméstico en los países productores, como en Colombia, Venezuela, Brasil, Costa Rica, Puerto Rico, Cuba, Jamaica, Honduras, México e incluso en EE.UU., en donde ya en 1976 el consumo de tilapia superaba al del bagre de canal (Catfish), vendido con los nombres de "Bream" en 1976, "African Perch" en 1977 y "Tilapia" a partir de 1978. Los primeros trabajos de mercadeo fueron desarrollados por la Universidad de Auburn, Alabama (Engle, 1997), detectando limitaciones y problemas de sabor (off-flavor) y mala calidad. A partir de 1981, el consumo se orientó hacia preferencias en la coloración y talla en su presentación de pescado fresco (Engle, 1997).

La tilapia es el tercer producto acuícola más importado por E.U.A., después del camarón marino de cultivo (con cierta resistencia por parte de grupos ambientalistas por el deterioro que ocasionan al ambiente algunos países productores) y el salmón del Atlántico. La "Tilapia fue el Pez de los 90" y superó por sexto año consecutivo el consumo de la trucha. La importación de estos 3 productos totalizó US\$ 4.6 billones, de los cuales US\$ 3.8 billones provienen exclusivamente del camarón (US\$ 1.5 billones solamente desde Tailandia).

En el mercado de E.U.A. el consumo de la tilapia en 1998 alcanzó los 112 millones de libras en peso vivo, representando un 600% mayor al consumo de 1992. Para finales del año 2000, el consumo superó los 152 millones de libras en peso vivo. EE.UU. mantendrá su posición atractiva por parte de países productores establecidos en todo el mundo y en especial, en América del Centro y del Sur, con producto fresco. Las importaciones de tilapia a E.U.A. superaron 8% a las reportadas el año 1999, pero su precio creció 24% en este mismo periodo. Las importaciones de tilapia entera aumentaron 2%, filete congelado 41% y filete fresco 44%.

Se estima que EE.UU. consumió entre 50 y 55,000 toneladas en el año 2000, de las cuales menos del 20% fueron producidas en EE.UU., mientras que las importaciones crecieron 16% respecto al año anterior, demostrando que es un sector que puede crecer mucho más.

En los últimos 5 años el precio de las diferentes presentaciones de tilapia sólo ha subido entre 4 y 6%. La principal idea del TMI es realizar campañas genéricas para promocionar empresas y productos de cultivos de tilapia en América Latina. Se trata de llegar al mayor número de consumidores estadounidenses. El Departamento de Agricultura de EE.UU. considera que solo 8,000,000 (3%) de sus pobladores conocen la tilapia, por lo que se intenta incrementar el tamaño del mercado aumentando la demanda de consumidores.

### **Producción Mundial de Tilapia y Otros Cíclidos 1996-2000**

<b>Año</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Toneladas	812.567	924.077	960.370	1.099.268
US \$'000	1.158.796	1.274.241	1.266.220	1.426.591

Fuente: FAO

### **2001 - 2005**

La disminución del consumo de vacunos en E.U.A. y Europa aumentarán la demanda de fuentes alternativas de proteínas animales, como porcinos, aves y acuicultura.

Aprovechando la caída en el precio de los granos en Estados Unidos, los productos procedentes de la acuicultura son los más beneficiados, tales como la tilapia y el salmón del Atlántico. Continuará aumentando su consumo e importaciones, al igual que el camarón, aunque todavía la mayoría del camarón procederá de la captura en el mar mientras se supera completamente los problemas del virus de la Mancha Blanca.

En 2001, se reportó aumento un volumen mercadeado de importaciones cercanas a las 43,181 toneladas (95 millones de libras), equivalentes a 75,000 toneladas en peso vivo (165 millones de libras) y con un valor que superó los US\$ 108 millones (Aquaculture Outlook, 2001). En ese año el consumo per capita de productos pesqueros (seafood) fue de 7.08 Kg. en una población cercana a los 274 millones de personas.

Desde inicios del Nuevo Milenio, las proyecciones fueron alentadoras. Empresas como Tropical Aquaculture Products, Inc. proyectaron vender aproximadamente US\$ 40 millones en 2001 (Schramm, com. per.), duplicando sus cifras del año anterior y comercializando producto a partir de nuevas granjas de tilapia en Colombia, (inicialmente con CONALPEZ, aunque su producción está muy distante de ser significativa) y Nicaragua, sumándose a las ya establecidas en Ecuador y Panamá. Esta estrategia potencialmente le permitirá manejar el 48% del mercado de filetes frescos en EE.UU. No obstante, otras empresas comercializadoras, como Rain Forest Aquaculture Products, Fishery Products Industry (FPI), Aqua Corp De Honduras (ABCO), Jamaica Broilers y Regal Springs Trading, también mejoraron su posición competitiva.

El rápido crecimiento de áreas de producción de tilapia roja de las grandes empresas acuicultoras de Ecuador, con base en la enorme demanda del producto, directamente afectó la unión entre los grandes productores de tilapia del Grupo Aqua Trade Corporation, especialmente alrededor de su planta procesadora (MARDELSA). Esta empresa está hoy a su máximo rendimiento, por lo que está planeando su producción y procesamiento en forma independiente a partir del 2002, aunque manteniendo el mismo sistema de trabajo coordinado y canales de comercialización.

Respecto de las exportaciones de tilapia ecuatoriana a partir del mes de junio 2001, se duplicaron las exportaciones comparado con su competidor más cercano, Costa Rica, y con toda seguridad la brecha se ampliará progresivamente.

Ecuador también abrió un nuevo mercado, con precios mucho más atractivos que los pagados en EE.UU., y es el mercado de México. Se trata exclusivamente de producto entero y filete congelado, ya que se carece de la infraestructura adecuada para el almacenamiento y transporte de fresco en los aeropuertos internacionales mexicanos.

FONDEPES de Perú, inicia una producción experimental de tilapia roja en jaulas en el reservorio de Poechos (Provincia de Lancones, Piura), con resultados prometedores. En Perú se crea una empresa de capital extranjero que cuenta con la asesoría del grupo israelí APT. La llamada American Quality Aquaculture S.A. (AQUA S.A.), con sede en la Provincia de Sullana, Distrito de Lancones (Piura), pretendía implementar un cultivo superintensivo de tilapia áurea (ND 41), resistente a las aguas frías típicas de la zona, empleando estanques de cemento, con una captación de 6 m<sup>3</sup> de agua/segundo, procedentes de la represa de Poechos y construida en 32 hectáreas de terreno. Emplea aireadores de paletas, con producciones proyectadas de 2,000 toneladas/hectárea el primer año y 3,000 toneladas/hectárea en el segundo año (DS No. 025-2001 PE) (Hurtado, 2002). Lamentablemente, la expectativa no se cumplió por la baja productividad y adaptación al medio de la línea empleada, similar a los problemas presentados por la ND 59 en Honduras. En 2002, Perú ya contaba con 350 granjas artesanales operativas y una producción promedio de 1,100 toneladas/año (Moscoso, 2001).

Una sólida alianza de los productores de tilapia colombianos, integrándose en verdaderas Cadenas Productivas, unificando sus parámetros de genética, producción, procesamiento, costos, volumen y productos de exportación, además de estrategias de mercado, puede permitirles generar una atractiva competencia a las empresas de países latinoamericanos ya posicionadas en el mercado de E.U.A. Esto se logrará al mantenerse la excelente calidad que dio a conocer el producto, un volumen constante de producción y el manejo de una alta reserva de producto que permita responder fácilmente a las variaciones de precios de la competencia, manteniendo la eficiencia y competitividad tanto interna como externa. No en vano Colombia históricamente es uno de los 10 más grandes productores y consumidores de tilapia en el mundo, generador de tecnología, líneas de tilapia roja de alto rendimiento y uno de los 2 países latinoamericanos que, a partir de 1988, contribuyó a la creación del mercado y al consumo de filetes frescos de tilapia en E.U.A.

#### Precio Promedio de la Tilapia en las Capitales más Importantes de Colombia

Capital	Pesos \$/Kg	Dólares Us \$/Kg
Armenia	4.900	2.13
Barranquilla	4.300	1.86
Bogotá	6.800	2.95
Bucaramanga	4.500	1.95
Ibagué	5.000	2.17
Manizales	5.000	2.17
Medellín	3.500	1.52
Neiva	5.000	2.17
Pereira	5.900	2.56
Tunja	5.000	2.17

Fuente: INPA 2001 (Tasa de Cambio US \$ 1 = \$ 2.300 pesos).

Brasil ha mantenido exportaciones en pequeñas cantidades a E.U.A., a la vez que sosteniendo un elevado consumo interno, en especial de filetes congelados. Los precios promedio por libra, en Nueva York, en el mes de mayo fueron del orden de: para 1-2 onzas. US\$ 1.50; 2-3 onzas, US\$ 1.65; 3-4 onzas, US\$ 1.75; 4-5 onzas, US\$ 1.90. La mayoría de las granjas productoras de tilapia se encuentran ubicadas en los estados del sureste y suroeste, principalmente en Santa Catarina, Paraná y Sao Paulo. La producción nacional ya superó los 85,000 TM. Al igual que sucedió en Colombia, con 5 líneas introducidas, la tilapia roja es la variedad más importante en el desarrollo de la piscicultura comercial. Se produce en los lagos de pesca deportiva (el precio al público varía entre US\$ 1.00 y 2.20 el Kg.), jaulas (el precio al productor varía entre US\$ 0.40 y 1.10 el Kg.) y cultivos desde extensivos a superintensivos. Igualmente, la piel de la tilapia se trabaja y exporta activamente. Esto convierte a Brasil en uno de los mayores productores de tilapia en América Latina, especialmente en jaulas.

A partir de la década 1990, Argentina inicia el cultivo comercial de tilapia nilótica, variedad tailandesa Chitralada (*O. niloticus*), en estanques. Logra pesos de 500 gramos en 5 a 6 meses. A partir de 2001, se inicia la producción en jaulas en el estado de Corrientes, situado al Noreste, vecino de Brasil (Rivelli, 2001).

Cuando en el año 2000 Aquacorporación Internacional S.A. de Costa Rica y su comercializadora Rain Forest Aquaculture perdió el liderazgo que mantuvo en la década de los 90, se procedió a un rediseño de su sistema de producción. Se optó por un sistema semi intensivo en las 60 hectáreas de espejo de agua, lo que permitió aumentar significativamente la producción, especialmente porque el sistema requiere menos agua. Además, inauguró una nueva planta de proceso, "Terrapez", situada en Cañas y con 3,100 m<sup>2</sup>, la cual puede procesar 4 veces más producto que la planta que tenían anteriormente (Redmayne, 2001). Inicialmente, genera 400 empleos directos pero se espera aumentarlos hasta 2,500 en 2005.

La producción total de tilapia de cultivo en Costa Rica para 2001 fue de 8,500 toneladas, comparadas con 210 toneladas de trucha y 1,800 toneladas de camarón de cultivo. Existen registrados un total de 968 productores, de los cuales 75.52% es de tilapia, lo que equivale a 110 hectáreas de producción, distribuidas en las Provincias de Cartago, Puntarenas, San José, Guanacaste, Heredia, Limón y Alajuela. Aportando la Provincia de Guanacaste 84.9% de la producción nacional de tilapia. 3 empresas están asentadas en el Cantón Cañas, Aquacorporación Internacional S.A., Guanapez y Hacienda La Pacifica.

Honduras ha mejorado el precio de sus filetes frescos. En el Fulton Fish Market de Nueva York, en el mes de noviembre, alcanzó precios promedio de US\$ 3.75 la libra.

Jamaica por su parte, mantiene su ritmo de producción. Su empresa más grande, Aquaculture Jamaica, tiene en una producción anual de 4,200 toneladas. Tras casi una década exportando a Inglaterra, sólo en la actualidad se está consolidando el mercado de filetes y llega a la Europa Continental por Bélgica.

Durante el primer mes posterior al cobarde atentado terrorista en Nueva York, el 11 de septiembre 2001, el Fulton Fish Market presentó pérdidas calculadas entre el 50% y 90%, afectando a comerciantes de los estados de la costa este y medio oeste. Hay que recordar que el Fulton Fish Market se encuentra próximo a la zona del desastre de las Torres Gemelas (World Trade Center), por lo que la actividad fue desplazada al Bronx. El sitio era demasiado estrecho y afortunadamente, algunas semanas después fue reabierto. En ese periodo los peces desaparecieron del menú de los neoyorquinos.

El mercado de filete fresco se vio afectado por el cierre de los aeropuertos, experimentándose una disminución en los volúmenes importados en septiembre, pero el precio por libra mejoró ligeramente, a diferencia del filete congelado y la tilapia entera, cuyos precios sí sufrieron una sensible baja, aunque a partir de octubre 2001, el mercado se normalizó.

Teniendo en cuenta el futuro de esta actividad, una solución práctica y factible para mejorar la rentabilidad de los productores de tilapia fue el aumento de las presentaciones de producto con valor agregado, con subproductos como embutidos, ahumado, sashimi, apanados, marinados, surimi, etc.

Por otro lado, el salmón de cultivo perdió terreno frente a la tilapia, debido a los problemas de sabor típico de un pez aceitoso. La tilapia puede ser consumida 2 y más veces a la semana sin hostigar, debido a la calidad y consistencia de su carne blanca de fina textura, carencia de olor y sin sabor a pescado. Además, la tilapia tiene un ciclo productivo más corto, de 8 a 10 meses, comparados con los 24 a 36 meses del salmón y también es mucho más resistente a enfermedades y condiciones ambientales.

La acuicultura del Nuevo Siglo, en general se somete a la premisa: “*Producir mas a menor costo*”, complementada paradójicamente con otra premisa: “*Lograr una mayor competitividad basada exclusivamente en la excelente y regular calidad del producto*”.

Estas consideraciones presionaron para un mayor desarrollo de la industria de la tilapia en Ecuador, encabezada por 5 empresas (Industrial Pesquera Santa Priscila, Empacadora Nacional, Aquamar, El Rosario y Empagran). Sus producciones continuarán incrementándose a un ritmo difícil de predecir, ya que cada nuevo productor y los que están en línea, asegura que producirá más tilapia que el otro. Lo que sí es una realidad, es que actualmente Aquamar y Empagran han construido y equipado modernas plantas de proceso y ampliado sus áreas productivas, especialmente la primera empresa, la cual construyó la más completa planta de proceso en América Latina. Esta planta ha sido diseñada no sólo para el procesamiento continuo de tilapia roja durante todo el año, sino también se preparó para introducirse en el novedoso mercado de valor agregado y subproductos con una muy importante participación.

Con tecnología adecuada y la inmensa infraestructura disponible, la capacidad productiva de Ecuador podría incrementarse por encima de 300%, realidad que está siendo prevista por instituciones como la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI) y la Cámara Nacional de Acuicultura. La finalidad es atraer la anhelada inversión extranjera hacia este enorme sector productivo, fundamentado en la falta de liquidez y créditos internos para el sector acuicultor ecuatoriano, aunado a la falta de confianza de muchos productores en la tilapia y de las altas inversiones que ésta exige.

Los laboratorios productores de alevinos en Ecuador, a diferencia de lo que sucede en Colombia, se han dedicado exclusivamente a producir en forma masiva, pero ninguno tiene un programa de mejoramiento y selección genética serio, en parte porque carecen de profesionales capacitados en este sentido y por otra, porque simplemente cuando son notificados que una línea en otro país es buena la compran y trabajan con ella hasta agotar su valor genético. Además, carecen de toda evaluación seria de sus resultados de campo, ocasionando como es de esperarse, que los rendimientos postcosecha en carne de todos los productores de tilapia en Ecuador sean aun muy bajos, variables y poco rentables desde el punto de vista productivo.

Actualmente son muy pocas las líneas de tilapia roja en el mundo que superan los rendimientos alcanzados por las líneas colombianas, lo que justifica la alta demanda de reproductores y alevinos nacionales por parte de los productores ecuatorianos y peruanos. A finales de 2001, las ventas por este concepto superaron los 5,000,000 de alevinos mensuales.

A mediados de 2001, se introdujeron en varias piscícolas de los Llanos Orientales de Colombia, una línea con grandes expectativas por su gran capacidad de crecimiento y producción de carne. Se trata de la tilapia nilótica tailandesa, conocida como "Chitralada", procedente de Brasil y se deberá esperar la respuesta del mercado nacional, en donde toda la demanda de producto entero está centrada en las líneas rojas.

Pasando al ámbito del comercio internacional, en 2002 el comportamiento de las importaciones de tilapia a Estados Unidos mantuvieron su ritmo de crecimiento y estabilidad en los precios, a diferencia de lo sucedido por la pugna de la industria del salmón y la disputa entre productores de bagre de canal (Seafood Business, 2002).

El 89.48% de las exportaciones de filetes frescos de gran calidad a Estados Unidos tuvieron su origen en 3 países latinoamericanos, líderes incuestionables del sector. En orden de participación: Ecuador, 46.63%; Costa Rica, 22.60%; y Honduras 20.25%. Un segundo grupo de países exportó el 8.73%. Estos fueron: China, que pasó de 2.97% en agosto, a 5.95% en diciembre; Taiwán, 1.74%; y Panamá 1.04%. El Salvador (0.55%) y Brasil (0.79%) presentaron un progreso importante en sus exportaciones de filetes frescos, aunque sus volúmenes aun no son significativos, en tanto que Panamá se estabilizó.

Llamó la atención el aumento en las exportaciones de filetes frescos a E.U.A. por parte de Taiwán y China, lógicamente muy distantes de los precios logrados por los productores latinoamericanos, debidos principalmente a la regular calidad del producto fresco, a pesar de su excelente presentación. China ha presentado el mayor crecimiento, aumentando desde 191,050 Kg. en el 2001 a 844,048 Kg. en 2002.

Ecuador ha disminuido levemente su porcentaje de participación en el mercado estadounidense, al igual que tuvo un ligero descenso de precios a lo largo del año. Esto se reflejó también en el producto colombiano, en donde la demanda está seriamente cuestionada, no solo por su calidad sino la por la expectativa de un gran incremento de precios y el aumento de la producción de tilapia colombiana esperada para el primer semestre de 2003.

Costa Rica observó cómo Ecuador se distanció en producción a partir del año 2000 y Honduras casi iguala la producción de Costa Rica en el presente año. Sin embargo, a través de su empresa bandera, Rain Forest Aquaculture y Terrapez, mantiene un crecimiento constante año tras año. En 2001 invirtió no sólo en tecnología, sino que también en una nueva granja (aproximadamente US\$ 500 millones) con una proyección de producción del orden de 50 millones de libras anuales.

Honduras mantiene su tercer puesto como exportador de filetes frescos, siendo el país de mayor crecimiento e ingresos en 2002 en América Latina, incluso superando por estrecho margen el crecimiento registrado por Ecuador. Las grandes inversiones realizadas comienzan ha mostrar resultados. Acuacorporación de Honduras, luego de un cambio radical en la tecnología implementada inicialmente, poco a poco alcanzó las expectativas. Gran parte de estos resultados se deben a la empresa Aquafinca Saint Peter Fish, S.A., del grupo Regal Springs Tilapia, empresa que al igual que las ecuatorianas, se encuentra integrada en forma vertical con 1,000 empleados aproximadamente, 9 granjas, 2 criaderos y 3 plantas de proceso. Este grupo industrial de producción de tilapia en jaulas, tiene distribuidas instalaciones en las islas de Java y Sumatra, en Indonesia, en el noroeste de Honduras, en Estados Unidos y en Europa. Su programa de mejoramiento genético y de venta de alevinos en EU.A. corresponde a la empresa Aquasafra.

La empresa Mountain Stream también está ensanchando sus niveles de producción. Construyó una nueva granja en El Salvador, complementando las construidas en Honduras, Belice y Perú, pero aun no muestran su real potencial productivo.

En Colombia, país que permitió generar todo el auge de producción y exportación de la tilapia roja en América del Sur, para 2002 mantuvo las expectativas de cada año por parte de las grandes empresas productoras de tilapia para exportar. No obstante, aun no crece notablemente, no sólo debido a la excelente demanda interna, precios atractivos y tan competitivos como los internacionales, sino también debido a la intensa y poco leal competencia entre productores (dueños, técnicos, etc.) y comercializadores. El sector aparentemente olvidó que para competir exitosamente en el mercado internacional sometido a la globalización y alianzas estratégicas, se requiere una eficiencia máxima, competitividad y unión entre todos los productores de alevinos, granjas, fábricas de alimento, plantas de proceso y comercializadores.

Hacia mediados de 2002, Colombia y Venezuela exportaron pequeñas cantidades de filetes congelados, pero su precio estuvo muy distante de ser atractivo para los productores, ya que estuvo muy por debajo del precio promedio internacional.

En Perú se creó la empresa Meli's Fishery S.A. para producir tilapia roja en jaulas octagonales (75 m<sup>3</sup>). Ubicada en la Represa de Poechos, en el Distrito Lancones (Piura), continúa con el trabajo iniciado por FONDEPES, calculando una producción anual de 600 toneladas, pero se resiente por la falta de experiencia del personal técnico y de campo (Hurtado, 2002).

La gran ventaja estratégica de la industria de la tilapia latinoamericana está determinada por la relación acertada entre productores y comercializadores internacionales, quienes aprendieron de los errores cometidos por la industria del salmón, tales como: la no existencia de sobreproducciones, los estrechos márgenes de ganancias, normalmente no ingresan nuevas empresas por las altas inversiones, y porque históricamente de cada 10 inversiones nuevas solo 2 sobreviven, lo que ha permitido que los incrementos experimentados en estos 12 últimos años de producción sean rápidamente absorbidos por el mercado. Por lo anterior, se puede vaticinar que este sector puede mantener su crecimiento entre el 20 al 30% anual, manteniendo sus precios actuales: entre US\$ 2.80 y \$ 3.10 la libra.

Las importaciones de filetes frescos a E.U.A. pasaron de 215,920 Kg., con valor de US\$ 10,881,744 en 1992, a 14,187,052 Kg., con valor de US \$ 81,693,889 en 2002. Esto determinó el mayor crecimiento de un producto de carne blanca de cultivo en los últimos 11 años, lo cual permite vaticinar un fortalecimiento mayor en 2003.

En cuanto a las importaciones de filetes congelados a E.U.A., 92.71% proviene de 3 países asiáticos con un crecimiento constante. En orden de participación: China 49,18%, Taiwán 22.53% e Indonesia 21,00%. Un segundo grupo muy distante en importancia, exportó 4.98%, distribuido entre Tailandia 2.76% y Ecuador 2.22%. El gran crecimiento de este sector de filetes congelados fue encabezado por China, que prácticamente duplicó sus exportaciones, pero en presentación de filetes pequeños 2 a 4 onzas con un precio muy bajo US\$ 1.80 por libra.

Mientras tanto, los grandes filetes congelados de 7 a 9 onzas provienen de China y Taiwán y alcanzan precios de US\$ 2.50 a \$2.55 la libra. Los filetes tratados con CO, "Izumi-dai fillets", se vendieron entre 30 y 40 centavos más caros. Canadá controla sus importaciones de este tipo de producto. Por su parte, las exportaciones desde Indonesia continúan creciendo a un ritmo del 20% (Seafood Business, 2002).

Las importaciones de filetes congelados a E.U.A. aumentaron de 145,257 Kg., con valor de US \$ 461,597, en 1992, a 12,252,504 Kg., con valor de US\$ 48,489,981, en 2002. 98.84% de las importaciones de tilapia entera provienen de 2 países asiáticos, los cuales disfrutan de un indiscutido liderazgo en este mercado y cuentan con un crecimiento constante: Taiwán 50.70% y China 48.14%.

Las importaciones de tilapia entera congelada a E.U.A. aumentaron de 3,027,557 Kg., con valor de US\$ 4,476,194, en 1992 a 40,747,923 Kg., con valor de US\$ 44,031,285, en 2002.

En el mercado Europeo los precios de tilapia fueron halagadores. Los filetes frescos sin piel, provenientes de Zimbabwe y FOB Europa, cerraron el año en US\$ 7.15 (7.10 euros) y los filetes congelados en US\$ 6.00 (6.04 euros).

**Total de Kilogramos de Filete Fresco Exportado  
a Estados Unidos. 1992-2003**

Año	Panamá	Jamaica	Honduras	Colombia	Ecuador	Costa Rica
1992	0	0	0	72,408	0	140,429
1993	0	0	19,893	115,270	9,857	439,967
1994	0	0	34,755	86,762	34,246	713,945
1995	1,528	2,872	68,803	380,976	112,864	866,877
1996	1,200	162,202	127,932	224,645	450,700	1,080,954
1997	61,451	283,684	163,713	5,566	601,782	1,655,607
1998	3,845	181,684	435,597	0	645,851	2,206,390
1999	20,116	175,601	771,497	3,029	1,805,993	2,310,143
2000	159,282	176,548	1,037,770	29,404	3,252,514	2,683,888
2001	350,174	91,601	1,437,708	32,217	4,924,244	3,108,922
2002	147,417	16,339	2,873,576	0	6,615,541	3,206,025
2003	10,913	0	490,561	0	1,372,682	654,176
Total	755,926	1,090,831	7,461,805	950,277	19,826,274	19,067,223

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

México mantiene su liderazgo como consumidor de tilapia (*O. niloticus*). 90% proviene de las pesquerías, con un precio promedio por ejemplar de 1 Kg., en el sur de \$34.90 (US \$3,49). Es muy bajo el porcentaje de producción originada en la acuicultura, pero el futuro es promisorio. A partir de los compromisos adquiridos en el Primer Foro de Acuicultura de Guadalajara, organizado por la revista Panorama Acuícola Magazine y el Instituto Nacional de la Pesca de México, se impulsó especialmente la tilapia roja, por su gran parecido con el huachinango del Golfo, de gran demanda en los mercados locales y que alcanza precios de \$ 113.50 pesos mexicanos (US\$ 11.35) por Kg.

El sector productor de tilapia roja en Ecuador, inicia 2003 comprando un promedio de 6,000,000 de alevinos mensuales a productores colombianos como respuesta al aumento de sus producciones, con lo que se da una disminución significativa de sus ventas de tilapia entera a Colombia, debidos en gran parte a la variable calidad y presentación de este producto y al aumento en los precios. El incuestionable liderazgo de Ecuador le permitió duplicar el ritmo de sus exportaciones a E.U.A. y México e iniciar un proceso comercial de productos con valor agregado y subproductos hacia Europa.

Las proyecciones de producción de Honduras sufren una sensible disminución para 2002, debido a las perdidas por problemas de manejo y clima de más de 1,500 toneladas de tilapia a inicios en enero de la Empresa Aquafinca Sait Peter Fish, S.A. en su producción en jaulas en la represa del Cajón.

El 90.59% de las exportaciones de filetes frescos a Estados Unidos, de gran calidad, provinieron de 3 países latinoamericanos líderes incuestionables en este sector, por orden de participación, Ecuador 49.40%, Costa Rica 23.54% y Honduras 17.65%. Un segundo grupo de países asiáticos (Taiwán 4.04% y China 3.06%) está ganando espacio lentamente, exportó 8.10%.

El Salvador (1.00%) y Brasil (0.78%) mantienen un progreso importante en sus exportaciones de filetes frescos, aunque sus volúmenes aun no son significativos, mientras que Panamá ha disminuido a 0,47%.

En cuanto al sector de la importaciones de filetes congelados a E.U.A. 68.37% proviene de un sólo país asiático con un crecimiento constante, China. Un segundo grupo exportó 29.85%, muy distantes del líder: Taiwán 15.21%, Indonesia 12.62% y Tailandia 2.01%. Un tercer grupo de 9 países, más distantes aun exportó el resto, 1.78%. El 97.74% de las importaciones de tilapia entera provienen de 2 países asiáticos que disfrutan de su total liderazgo en este mercado y un crecimiento constante, en su orden de participación: China 54.33% y Taiwán 43.41%, muy alejados de ellos pero en el mismo grupo, Hong Kong con el 1.41%.

## **NUEVAS TECNOLOGIAS DE PRODUCCION INDUSTRIAL**

Al hablar de globalización de la economía, economías de escala, crisis económica, asociaciones comerciales, etc., la producción comercial de tilapia tiene que responder a todos estos retos.

En Colombia, se ha generando un completo paquete de Programas de Producción Comercial de tilapia que permite superar no sólo los retos económicos y técnicos, sino también los retos sociales del desempleo, violencia, desplazamiento, desnutrición, olvido del Estado, falta de educación y la poca capacidad de gestión entre quienes tienen incidencia sobre la población rural. El primer paso ha sido el trabajo asociativo respondiendo al modelo de Cadenas Productivas, dándole preferencia a los pequeños productores integrándolos a procesos productivos con paquetes tecnológicos de punta.

Colombia se aparta del concepto tradicional de piscicultura en pequeña escala para involucrarse en grandes empresas piscícolas desarrolladas en un solo predio o represa pero sin dejar de lado a productores privados, con sistemas intensivos de producción orientados a la generación masiva de empleo y altas producciones mensuales distribuidas de la siguiente forma: 5% para los asociados y sus familias, al precio de producción, garantizando su seguridad como alimento; 35% mercado nacional, con producto entero de alta calidad; 60% exportación en la presentación de filetes frescos y congelados. El 100% de los subproductos transformados, vendidos en el mercado regional, nacional e internacional.

Pero estas grandes cadenas piscícolas de alta inversión no serán exitosas si no se manejan los siguientes componentes:

- ⌚ En el campo financiero buscando alternativas de créditos blandos, dentro y fuera del país, donaciones y otras fuentes financieras.
- ⌚ Ingresos estables, recibiendo en forma mensual un salario integral digno para cada uno de los asociados (unidad familiar), garantizando su estabilidad socioeconómica.
- ⌚ Capacitación permanente de cada uno de los asociados en todos los campos de la administración, producción, transformación y comercialización, con la finalidad de lograr un desarrollo organizativo y empresarial elevado, a la vez que cubrir la necesidad de una integración vertical sólida.
- ⌚ Hacia el interior de la asociación, generación de procesos de capacitación que fortalezcan la sustentabilidad del proceso productivo, directivo y organizacional.
- ⌚ Uso de investigación aplicada, en unión con centros tecnológicos y universidades, para optimizar el sistema productivo en aspectos de genética, nutrición, densidades de siembra, biotecnología, etc.
- ⌚ Producción limpia sin empleo de hormonas, antibióticos u otro tipo de sustancias químicas.
- ⌚ Planes y políticas de manejo ambiental, orientadas hacia la protección de las microcuencas, con planes de reforestación, manejo de residuos sólidos, vertimientos líquidos y tratamiento de aguas residuales.
- ⌚ Establecimiento de centros independientes de producción de alevinos, con líneas nacionales, manteniendo programas permanentes de selección genética y evaluación de campo.
- ⌚ Trabajo social, vivienda, educación, recreación y salud, financiado con los ingresos de la misma asociación, mandato respaldado por los estatutos que rigen la asociación como entidades sin propósito de lucro.
- ⌚ Planta de proceso y comercialización manejada en forma asociativa, con tecnología de punta, que permita acceder a todos los mercados nacionales e internacionales, manteniendo elevados estándares de calidad y volumen.
- ⌚ Unificación de cada una de las asociaciones, productores de semilla, productores privados, plantas de proceso y comercializadores en una gran federación nacional de productores de tilapia, con objetivo de evitar la dispersión de los procesos productivos y comerciales.
- ⌚ Aplicación de programas serios de biotecnología para el manejo y mejoramiento de la calidad de aguas y suelos, disminuyendo los niveles de recambio y optimizando la calidad del efluente final.
- ⌚ Desarrollo de un completo software para el permanente manejo, monitoreo y control total de la producción y costos, a través de una página de Internet.

Este Paquete Tecnológico se desarrolla en 5 etapas claramente diferenciadas, con su propio flujo de caja, controlados con exactitud en forma permanente y distribuidos entre cada una de las asociaciones y productores, orientados por personal de gran experiencia:

- |           |  |
|-----------|--|
| Etapa I   | Genética, reproducción, alevinaje y precría (4 meses).                       |
| Etapa II  | Engorde I, orientado al mercado nacional 400 a 500 gramos (4 meses).         |
| Etapa III | Engorde II, orientado al mercado internacional 800 a 1.000 gramos (4 meses). |
| Etapa IV  | Cosecha, poscosecha, transformación y mercadeo nacional e internacional.     |
| Etapa V   | Grupo de apoyo de administración, investigación, capacitación y financiero.  |

## COMERCIALIZACION

Cualquier piscicultor puede producir tilapia, pero sólo una limitada élite de técnicos y granjas producen la calidad que un exigente mercado consumidor demanda.

Existen 2 reglas básicas de comercialización:

1. El mercado es controlado por el consumidor, no por el productor.
2. Se debe producir lo que desea el mercado.

Cualquier empresa nueva, para ser exitosa en este nuevo milenio, debe implementar en forma eficiente una integración vertical, fundamentada en tecnología sustentable que permita aumentar los ingresos y optimizar los costos de producción haciéndola completamente rentable.

Para lograrlo, la empresa debe tener control sobre:

- La piscifactoría: excelente línea genética, cosechas regulares, producción sostenida.
- La producción del alimento, cumpliendo los requerimientos nutricionales de cada ciclo productivo.
- La planta de proceso, aplicando los rendimientos esperados y cumpliendo los requerimientos de frío y empaque.
- La comercialización en todos sus aspectos, desde el transporte hasta la comercialización total.
- Un completo paquete de seguimiento por Internet, incluyendo fotografía por satélite, monitoreo digital, software especializado y asesores de gran experiencia.
- La Certificación HACCP, estándares exigidos por la Comunidad Europea, Certificación ISO 14.000 y pertenecer a la GAA (Global Aquaculture Alliance), organización no gubernamental internacional creada para respaldar la práctica de la acuicultura y sus organizaciones, en armonía con el medio ambiente.

Para lograrlo, la empresa deberá estar basada en:

- Calidad constante en toda la empresa, siempre en busca de lo mejor.
- Consistencia basada en una sólida organización.
- Continuidad otorgada históricamente por un excelente producto.

En lo relacionado al mercado internacional, esa empresa deberá estar totalmente identificada con las tendencias que dominan el mercado. Actualmente, la tendencia está orientada hacia pescado entero fresco y filete fresco grande, por lo que la producción debe orientarse hacia tilapias con pesos entre 700 y 1,200 g, teniendo en cuenta que la diferencia entre estos rangos extremos es de US\$ 0.22, lo que obliga a optimizar los costos.

Los grandes compradores en E.U.A. y Europa pagan precios muy atractivos por filetes de excelente calidad. La diferencia entre países productores puede llegar a ser hasta de US\$ 0.80/Kg. en el mismo tipo de presentación. En la actualidad, se busca estandarizar una mínima calidad entre los consumidores del segmento de fresco a la cual el productor debe llegar. En el siglo XXI, la tilapia sigue siendo un negocio muy reciente, pequeño, altamente concentrado, volátil, "bifurcado" y muy riesgoso. Todas estas características forman parte de una industria en sus primeras fases de desarrollo y se deben a una pobre infraestructura de mercadeo y a la pérdida de estabilidad económica (Costa-Pierce, 2000).

## Total de Kilos de Tilapia Exportada a E.U.A. 1992 – 2003 (febrero)

Año	Filete Fresco	Filete Congelado	Entero	Promedio US\$Kg
1992	215,920	145,257	3,027,557	3,388,734
1993	586,158	612,343	10,046,469	11,244,970
1994	890,414	2,347,334	11,317,819	14,555,567
1995	1,460,459	2,166,352	12,062,999	15,689,810
1996	2,063,232	1,697,571	15,267,445	19,028,248
1997	2,823,182	2,498,848	19,122,331	24,444,361
1998	3,589,702	2,696,226	21,534,444	27,820,372
1999	5,309,703	4,971,376	27,293,458	37,574,537
2000	7,501,841	5,185,905	27,293,458	40,469,018
2001	10,236,045	7,371,772	27,781,272	56,337,445
2002	14,187,052	12,252,504	38,729,628	67,187,479
2003	2,778,914	3,614,980	40,747,923	13,493,874
Total	51,642,622	45,560,468	234,031,325	331,234,415

Fuente:U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

La gran mayoría de los estadounidenses no conocen la tilapia, pero cada año su número va en aumento. Sólo considerando el consumo de filetes, en los últimos 8 años las cifras se han venido duplicando. Lo curioso de este crecimiento es que a diferencia de lo sucedido con el salmón de cultivo hace algunos años (Redmayne, 2000), que al aumentarse la cantidad de importaciones el precio colapsó, con la tilapia los precios continúan relativamente estables. En verano, normalmente los filetes importados FOB Miami, aumentan entre US\$ 0.30 y 0.40 centavos por libra, alcanzando los filetes frescos precios promedio de US\$ 3.40 a US\$ 3.60 la libra, precio que declina de nuevo en la misma proporción hacia finales de año, US\$ 2.80 a US\$ 3.10.

Pero este fenómeno del crecimiento del consumo de tilapia en E.U.A., no tendría éxito si no aumentara la producción al mismo ritmo, especialmente en Ecuador, Costa Rica, Honduras, Taiwán, China e Indonesia, países que cada año superan sus producciones de manera impresionante. Sólo el consumo de filete ha registrado duplicación año tras año, con una creciente demanda por su carne blanca, de textura suave y consistente, sin espinas.

**Precio Promedio US \$/Kilo de la Tilapia  
Exportada a E.U.A. 1992 – 2003 (febrero)**

Año	Filete Fresco	Filete Congelado	Entero	Promedio US\$Kg
1992	\$ 5.04	\$3.18	\$ 1.48	\$ 1.78
1993	\$ 5.54	\$ 3.57	\$ 1.25	\$ 1.60
1994	\$ 5.41	\$ 2.77	\$ 1.26	\$ 1.76
1995	\$ 5.42	\$ 4.14	\$ 1.42	\$ 2.17
1996	\$ 5.65	\$ 4.40	\$ 1.57	\$ 2.26
1997	\$ 4.96	\$ 4.52	\$ 1.26	\$ 2.02
1998	\$ 4.75	\$ 4.44	\$ 1.01	\$ 1.82
1999	\$ 4.87	\$ 4.46	\$ 1.24	\$ 2.18
2000	\$ 5.93	\$ 4.48	\$ 1.21	\$ 2.51
2001	\$ 5.94	\$ 3.93	\$ 0.98	\$ 2.27
2002	\$ 5.76	\$3.96	\$ 1.08	\$ 2.59
2003	\$ 5.74	\$ 3.94	\$ 1.13	\$ 2.83
Total	\$ 5.59	\$ 4.08	\$ 1.18	\$ 2.27

Fuente:U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

Los filetes frescos de mejor calidad son producidos en Centroamérica, hasta el punto que los consumidores han llegado a preferir ciertas marcas reconocidas por su calidad (Schramm, 1999). Pero Ecuador mantiene los mayores niveles de producción de filete fresco, a pesar de no tener aun la calidad de los centroamericanos o la que tuvo Colombia en su momento. Otro país que entró en línea a partir de 2000 fue Honduras, con la producción de filetes frescos originarios de empresas como Acuacorporación De Honduras y Regal Springs (produce su tilapia en jaulas), esperándose el ingreso de nuevas empresas. Países como Panamá, Brasil, China, Taiwán y Tailandia también han iniciado exportaciones de filete fresco.

Actualmente, los filetes frescos se encuentran en el mercado de E.U.A. a precios que oscilan entre US\$ 4.99 y US\$ 6.99 la libra y son comercializados básicamente por 4 empresas que ejercen liderazgo en los EE.UU., ya que suministran el 90% del filete fresco importado. La actual baja en los precios se atribuye al ingreso de nuevos productores ecuatorianos, brasileños, chinos, taiwaneses y tailandeses principalmente, con el riesgo constante de una baja del precio de la libra por debajo de US\$ 2.80, porque tratan de entrar a ese mercado, el cual no conocen muy bien.

En diciembre 2002 un país líder como Costa Rica, obtuvo precios en el mercado mayorista de Nueva York de US\$ 3,90/lb. en filete fresco de 5 a 7 onzas y tilapia entera eviscerada fresca US\$ 1.00/lb., mientras que ese mismo producto C&F Miami se vendió a US\$ 3.25/lb. en filete y US\$ 1.60/lb. en entero. Este mismo panorama en enero de 2003 cambió a US\$ 2.75/lb. en filete a mayoristas en Nueva York, aunque el precio de tilapia entera no cambió y el producto en Miami también se mantuvo sin cambios para productos originarios de Costa Rica, Honduras, Panamá y Ecuador.

Pensar que el mercado estadounidense se sature en un futuro cercano está muy lejano, ya que mientras en tilapia se habla de 10,000 toneladas vendidas, productos como los filetes de bagre de canal (catfish) o de salmón de cultivo se encuentra alrededor de las 100,000 toneladas y mantienen atractiva su demanda (Redmayne, 2000), por lo que todavía falta mucho por crecer. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de un colapso de precios, llegando incluso a ser competitivos con los del bagre de canal, en ese momento la tilapia despegará totalmente en el mercado estadounidense.

Sólo analizando el potencial de los filetes en este mercado, en el año 2000 E.U.A. consumió aproximadamente 50 millones de libras en filete de tilapia, mientras que el consumo de bagre de canal americano fue de 200 millones de libras en filete y del salmón del Atlántico 250 millones de libras en filete. Todavía faltan muchos años para que la tilapia alcance este nivel de consumo

En conclusión, todo este marco teórico se dirige a la necesidad de producir una tilapia que cumpla en definitiva con los siguientes requerimiento nutricionales:

Calorías	79.3 a 85	Calories
Calorías Grasa	9	Fat Calories
Grasa Total	1 a 1.5 gr.	Total Fat
Grasa Saturada	0.4 gr.	Saturated fat
Colesterol	50 mg.	Cholesterol
Sodio	35 mg.	Sodium
Potasio	0 mg.	Potassium
Hierro	0 mg.	Iron
Proteína	18 gr.	Protein
Omega-3	0.3	Omega-3

Fuente: Seafood International, 2000

Finalmente, cuando se tenga un precio de venta para un determinado producto de tilapia en los E.U.A., éste deberá utilizarse como referencia, ya que es la calidad del producto y la eficiencia de su comercializador local la que le otorga un precio definitivo.

Otro paso importante en el mercado de productos acuícolas lo ha dado la Comisión Europea a partir del primero de enero de 2002. Se trata de la etiqueta, que además de las exigencias tradicionales, debe contener el nombre comercial de la especie, área y tipo de agua en donde la especie fue capturada y si el producto es de captura o cultivado.

## FUTURO

Hacer un viraje comercial de la tilapia, convirtiéndola en un producto más popular y competitivo que permita conquistar nuevos mercados internacionales, en una época de aguda recesión económica y cuando el orden mundial ha cambiado por el terrorismo, debe ser la próxima meta de quienes la producen, procesan y comercializan, ya que la premisa es sencilla: *“Mantener una excelente calidad de producto pero a precios populares sin sacrificar la rentabilidad de la empresa”*.

Las nuevas tecnologías como la obtención de individuos 100% genéticamente machos (GMT), sin emplear hormonas, la obtención de individuos triploides, los individuos transgénicos, forman parte del aporte invaluable para los productores de tilapia. No obstante, el objetivo final de producir más a menor costo, sin sacrificar la calidad o la generación de empleo, debe ser complementado con un programa de seguimiento totalmente sistematizado, casi día a día, que permita manejar simultáneamente los aspectos técnicos y financieros de un cultivo; pero aplicados a la realidad social, financiera, productiva y ambiental de cada empresa y del país, permitiendo hacer un mapa de competitividad de cada empresa frente a otras empresas productoras y exportadoras en el mismo país o continentes.

La historia de los productores de tilapia en Latinoamérica está llena de desaciertos. El 70% de las empresas que se abrieron con grandes expectativas han fracasado, no solo al fallar en la adquisición de los paquetes tecnológicos (la mayoría de ellos fantásticos), sino que también en la incapacidad de hacer un seguimiento ordenado del sistema productivo y financiero, uno que permita identificar los puntos débiles y solucionarlos oportunamente. El cultivo de la tilapia es una actividad que por sus costos de inversión, riesgo y operación no permite errores.

Desde hace 5 años, teniendo en cuenta este principio, se buscó desarrollar un paquete tecnológico novedoso, de punta, que incorpora fotografías diarias, climatología, parámetros, genética, ronda de expertos, literatura especializada, comportamiento presente y futuro de mercados internos y externos, tecnología y administración con sistematización en un todo, el cual permita realizar el seguimiento del 100% de todas las fases productivas (piscina por piscina) y empresariales en un portal propio de Internet, accesible desde cualquier sitio del mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuacultura del Ecuador. 1996. PRINCIPALES EMPRESAS DE PRODUCCIÓN-ASESORAMIENTO. Cámara Nacional de Acuicultura, Guayaquil, Ecuador Vol. 16: 33.
- Acuacultura del Ecuador. 2001. ANALISIS 2001, CUANDO EL CLIMA PUEDE MAS QUE LA AYUDA DEL GOBIERNO. Cámara Nacional de Acuicultura, Guayaquil, Ecuador, Nov/Dic: No. 45: 3-4.
- Alceste, C.C. 2.000. STATUS OF TILAPIA AQUACULTURE 2.000. Aquaculture Magazine Buyer's Guide 2.000: 43-48.
- Alceste, C.C. 2001. STATUS OF TILAPIA AQUACULTURE 2001. Aquaculture Magazine Buyer's Guide 2001: 50-58.
- Aquaculture Magazine. 1999. 1999 ANNUAL BUYER'S GUIDE ARTICLES, STATUS WORLD AQUACULTURE: 1998.
- Aquaculture Magazine. 2000. WORLD AQUACULTURE: 1999. Buyer's Guide & Industry Directory: 6-72.
- Aquaculture Magazine Buyer's Guide. 2003. WORLD AQUACULTURE OUTLOOK: 2003. Pág. 9-16.
- Aquaculture Outlook. 2001. DOMESTIC PRODUCTION, IMPORTS AND EXPORTS EXPECTED HIGHER IN 2001. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, LDP-AQS-13, Marzo 2001.
- Aqua-O2. 1989. NEWS COLOMBIA: CVA RED TILAPIA. Vol. 2 No. 1: 3.
- Arredondo, D. 1991. COMPARACIÓN DE 3 SISTEMAS DE ABONOS PARA LA PRODUCCION, SOBREVIVENCIA Y LEVANTE MASIVO DE ALEVINOS DE TILAPIA ROJA (*O. mossambicus* ALBINA x *O. niloticus*). Tesis de Grado Director Luis Fernando Castillo, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Artemia Salina. 2.000. TILAPIA EN MÉXICO. Panorama Acuícola. Vol. 5 No. 3, Mar./Abr. 2.000: 25.
- Atz, J.W. 1957. THE PEREGRINATING TILAPIA. Aquarist and Pondkeeper, 22(9): 191-197.
- Barbieri, R. 1999. LA ACUÍCULTURA BRASILEÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS. Panorama Acuícola, Vol. 4 No. 5, Jul./Ago.: 24-25.
- Beardmore, J.A., G.C. Mair, and R.I. Lewis. 2001. MONOSEX MALE PRODUCTION IN FINFISH AS EXEMPLIFIED BY TILAPIA: APPLICATIONS, PROBLEMS, AND PROSPECTS. Aquaculture 197 (1-4): 283-301.
- Beltrán, C.S. y A.A. Villaneda. 2000. PERFIL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA EN COLOMBIA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, Subdirección de Investigaciones. Santa Fé de Bogotá: 29p.
- Berman, J. 1995. LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN AQUACORPORACION INTERNACIONAL, S.A. Pág. 126-130. En: N. Gálvez, J. Günther, A. Porras, H.P. Athanasiadis y W. Zurburg, Actas del Primer Simposio Centroamericano sobre el Cultivo de Tilapia, San José, Costa Rica, PRADEPESCA, INCOPESCA, AQUACORPO-RACION, Universidad Nacional Heredia de Costa Rica.
- Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador, 2002. SONGA, OMARSA Y EL ROSARIO: UNA ALIANZA ESTRATEGICA. Panorama Acuícola Magazine, Septiembre/Octubre de 2002, Vol. 7 No. 6: 60-63.
- Castillo, L.F. 1989. CULTIVO COMERCIAL DE LA TILAPIA ROJA EN COLOMBIA. Pág: 221-229. En: I. Rey y R. Puentes, Memorias III Reunión Red Nacional de Acuicultura, COLCIENCIAS, CIID-Canadá. Cali, Octubre 31, Calima, Noviembre 1, 2 y 3, Colombia: 221-229.
- Castillo, L.F. 1990. HISTORIA DEL CULTIVO DE LA TILAPIA ROJA EN COLOMBIA. Memorias II Seminario de Acuicultura, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín.
- Castillo, L.F. 1992. GENÉTICA DE LOS PARCHES MELANÍSTICOS EN LA TILAPIA ROJA. Pág: 41-44. En: Memorias IV Reunión Red Nacional de Acuicultura, Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura, Minagricultura-INPA, CAR, PROEXPO, Fondo DRI, Red Regional de Acuicultura-CIID, Universidad Nacional de Colombia, CILDESERC, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Castillo, L.F. 1992. INTRODUCCIÓN Y CULTIVO DE TILAPIA ROJA EN COLOMBIA. Pág: 45-47. En: Memorias IV Reunión Red Nacional de Acuicultura, Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura, Minagricultura-INPA, CAR, PROEXPO, Fondo DRI, Red Regional de Acuicultura-CIID, Universidad Nacional de Colombia, CILDESERC, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Castillo, L.F. 1993. GENÉTICA E ICTIOPATOLOGÍA. Seminario "Aplicación Nuevas Tecnologías para la producción del Híbrido de Tilapia roja", U.J.T.L., Bogotá, 10p.
- Castillo, L.F. 1994. HISTORIA GENÉTICA Y CULTIVO DE LA TILAPIA ROJA. Ed. Ideal, Cali (Valle), Colombia: 330 p.
- Castillo, L.F. 2000. TILAPIA ROJA 2000: PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN. Memorias Conferencia. Cámara de Comercio de Pereira (Risaralda): 38p.

- Castillo, L.F. 2000. LA TILAPIA ROJA EN COLOMBIA Y ECUADOR: UN EXITO DE LA EMPRESA PRIVADA. Panorama Acuícola, Julio/Agosto de 2000, México D.F.. Vol. 5 No. 5: 20-21.
- Castillo, L.F. 2001. SITUACION DEL COMERCIO DE TILAPIA EN EL AÑO 2000. Panorama Acuícola, Marzo/Abril de 2001, México D.F., Vol. 6 No. 3: 24-27.
- Castillo, L.F. 2001. EXPECTATIVAS EN LA COMERCIALIZACION DE TILAPIA ROJA EN EL AÑO 2001. Panorama Acuícola, Septiembre/Octubre de 2001, Vol. 6 No. 6: 48-50.
- Castillo, L.F. 2001. RED TILAPIA AND FARMING IN COLOMBIA. In: Kevin Fitzsimmons, The American Tilapia Association. [www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/faq's.htm](http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/faq's.htm)
- Castillo, L.F. 2002. ECUADOR 2002: RED TILAPIA VS AQUACULTURED SHRIMP. Panorama Acuícola Magazine, Septiembre/Octubre de 2002, Vol. 7 No. 6: 14-15.
- Castillo, L.F. 2003. Tilapia roja 2003. Una Evolución de 21años. De la incertidumbre al éxito. [www.misPeces.com/estudios/estudios.asp](http://www.misPeces.com/estudios/estudios.asp)
- Clemens, H.P. and T. Isnlee. 1968. THE PRODUCTION OF UNISEXUAL BROOD OF *Tilapia mossambica* SEX REVERSED WITH METHYLTESTOSTERONE. Transactions of the American Fisheries Society 97: 18-21.
- Costa-Pierce, B.A. 2000. CHALLENGES FACING THE EXPANSION OF TILAPIA AQUACULTURE. Preface. In: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds, Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Costa-Pierce, B.A. and R.W. Doyle. 1997. GENETIC IDENTIFICATION AND STATUS OF TILAPIA REGIONAL STRAINS IN SOUTHERN CALIFORNIA. Pages 1-17. 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.
- Courtenay, W.R. Jr. 1997. TILAPIAS AS NON-INDIGENOUS SPECIES IN THE AMERICAS: ENVIRONMENTAL, REGULATORY AND LEGAL ISSUES. Pág. 18-33. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Devlin, R.H. and Y. Nagahama. 2002. SEX DETERMINATION AND SEX DIFFERENTIATION IN FISH: AN OVERVIEW OF GENETIC, PHYSIOLOGICAL, AND ENVIRONMENTAL INFLUENCES. Aquaculture 208 (3-4): 191-364.
- DeWandel, R. 1999. HEADLINERS: 1998 ATA SITUATION & OUTLOOK REPORT. Aquaculture Magazine, Vol. 25 No. 5, Sep/Oct 1999: 8-15.
- DeWandel, R. 2000. HEADLINERS: 1999 WORLD AQUACULTURE SITUATION. Aquaculture Magazine Buyer's Guide 2001, 26(5): 8-14.
- Doyle, R.W. 1999. MANAGING BROODSTOCK FOR ON-FARM GENETIC IMPROVEMENT: PRINCIPLES AND EXAMPLES. Pages: 155-162. En: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaño, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, Agt. 18-20, 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the Wolrd Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Engle, C.R. 1997. MARKETING TILAPIAS. Pages 244-258. In: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Lousiana, United States.
- Engle, C.R. 2000. DEVELOPMENT OF CENTRAL AMERICA MARKETS FOR TILAPIA PRODUCED IN THE REGION. Pages: 135-136. In: K. McElwee, D. Burke, M. Niles, X. Cummings and H. Edna (Editors), Seventeenth, Annual Technical Report, Pond Dinamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- FAO. 2000. EL ESTADO MUNDIAL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA. ISBN 92-5-304492-6, Roma.
- Fassler, R. 1984. TILAPIA: CATCH THE TOMORROW. Hawaii Fishing News.
- Fitzgerald, W.J. 1979. THE RED ORANGE TILAPIA: A HYBRID THAT COULD BECOME A WORLD FAVORITE. Fish Farming International. 6(1):26-27.
- Fonticiella, D.W. and L. Sonesten. 2000. TILAPIA AQUACULTURE IN CUBA. Pág. 184-203. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Lousiana, United States.
- Galman, O.R., J. Moreau and R.R. Avtalion. 1988. BREEDING CHARACTERISTICS AND GROWTH PERFORMANCE OF PHILIPPINE RED TILAPIA, Pág. 169-175. En: R.V.S. Pullin, T. Bhukaswan, T. Tonguthai and J.L. Maclean (eds). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM, Conference Proceedings 15, 623p.

- García, I.E. 2000. CENIACUA: A LA VANGUARDIA EN DESARROLLO DE GENÉTICA EN CAMARÓN DE CULTIVO. Panorama Acuícola, Sep./Oct. de 2000, México D.F. Vol. 5 No. 6: 14 – 17.
- Gerle, C., D. Meyer y D. Colindres. 1999. CRECIMIENTO DE TILAPIAS (*Oreochromis sp.*) DE DOS LÍNEAS GENÉTICAS CULTIVADAS EN JAULAS EN DOS LUGARES DE HONDURAS. Pág. 251-153. En: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaño, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, Agt. 18-20, 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Gómez, F. 1990. EVALUACION DE UN CULTIVO DE *Oreochromis* ROJA Y CALCULO DEL VALOR DE HEREDABILIDAD PARA TALLA. Trabajo de Grado, Director Luis Fernando Castillo, Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 86 p.
- Green, B.W. and C.R. Engle. 2000. COMMERCIAL TILAPIA AQUACULTURE IN HONDURAS. Pág. 151-170. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Guerrero III, R.D. 1975. USE OF ANDROGENS FOR THE PRODUCTION OF ALL MALE *Tilapia aurea* (Steindachner). Transactions of the American Fisheries Society 104: 342-348.
- Hanley, F. 2000. TILAPIA AQUACULTURE IN JAMAICA. Pág. 204-214. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Hickling, C.F. 1960. THE MALACCA TILAPIA HYBRIDS. Journal of Genetics 57: 1-10.
- Hurtado, N. 2002. LA TILAPIA ROJA EN EL PERU. Lima, Perú: 7 p.
- INFOFISH INTERNATIONAL. 1989. FIRST TILAPIA FARM IN COLOMBIA. Infofish 6/89: 37.
- INPA. 1999. BOLETÍN ESTADÍSTICO PESQUERO 1997 – 1998. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, ISSN-01021-8131, Cartagena. 114p.
- INPA. 2000. BOLETÍN ESTADÍSTICO PESQUERO 1998 – 1999. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, ISSN-01021-8131, Cartagena. 114p.
- INPA. 2001. COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS Y ACUÍCOLAS 2001. Boletín, División de Estudios Socioeconómicos y Mercadeo, Bogotá.
- Jory, D.E., C. Alceste y T.R. Cabrera. 1999. MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN DE TILAPIA EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA. Pág. 121-142. En: T. Cabrera, D. Jory y M. Silva, eds., Acuicultura 99, Memorias Tomo II, World Aquaculture Society. Latin American Chapter, Sociedad Venezolana de Acuicultura, United Soybean Board and American Soybean Association. Santa Cruz, Venezuela.
- Kuo, H. 1988. PROGRESS IN GENETIC IMPROVEMENT OF THE RED HYBRIDS TILAPIA IN TAIWAN. Pág. 219-221. En: R.V.S. Pullin, T. Bhukaswan, T. Tonguthai and J.L. Maclean (eds). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM, Conference Proceedings 15, 623p.
- Lai, Ch. F. y L. Ch. Huang. 1981. A BIBLIOGRAPHY OF TILAPIA (FAMILY CICHLIDAE) IN TAIWAN. Aquaculture, 22: 395.
- Lovshin, L.L. 2000. TILAPIA CULTURE IN BRAZIL. Pág. 133-140. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Lovshin, L.L. y N.B. Schwartz. 1999. EVALUATION OF INTEGRATED TILAPIA CULTURE BY RESOURCE LIMITED FARMERS IN PANAMA AND GUATEMALA. Pág. 258-261. En: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaño, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, 18-20 August 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Lozano, H. 1998. EL HUILA EN CIFRAS. Revista ACUÍORIENTE, Publicación Asociación de Acuicultores de los Llanos Orientales ISSN 0123-9473, No. 3, Nov. 1998: 8-9.
- Mc Andrew, B.J., F.R. Roubal, R.J. Roberts, A.M. Bullock y J.M. McEwen. 1988. THE GENETIC AND HISTOLOGY OF RED, BLOND ASSOCIATED COLOUR VARIANTS IN *Oreochromis niloticus*. Genetics 76: 127-137.

- Malave, M., M. Febres y A. Cancino. 1999. LA PISCICULTURA EN LA REGION SUROESTE DE VENEZUELA. Pág. 168-183. En: T. Cabrera, D. Jory y M. Silva, eds., Acuicultura 99, Memorias Tomo II, World Aquaculture Society. Latin American Chapter, Sociedad Venezolana de Acuicultura, United Soybean Board and American Soybean Association. Santa Cruz, Venezuela.
- Martínez, S. 1999. COLOMBIA ACUICULTURA EN DESARROLLO. Panorama Acuícola. Vol. 4 No. 2, Ene/Feb, México: 8-9.
- Morris, D.F., J. Hanley, L. Caberry, L. Alexander y R. Manning. 1999. TILAPIA RESEARCH AT AQUACULTURE JAMAICA LIMITED. Pág. 266-269. En: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaño, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, 18-20 August 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Muedas, W.L. y L.A. Vinatea. 1999. UNA CRITICA AL MODELO ECONOMICO DE DESARROLLO DE LA ACUICULTURA LATINOAMERICANA. Panorama Acuícola. Vol. 4 No 2, Ene./Feb., México: 26-28.
- NACA/FAO. 2001. AQUACULTURE IN THE THIRD MILLENIUM. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 Feb. 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome. 471 pp.
- NAGA. 1990. COLOMBIAN'S FIRST RED TILAPIA FARM IN CALI-VALLE. ICLARM Quartely, Ene. 1990: 18.
- Nakamura, M. 1975. DOSAGE-DEPENDENT CHANGES IN THE EFFECT OF ORAL ADMINISTRATION OF METHYL-TESTOSTERONE ON GONADAL SEX DIFFERENTIATION IN *Tilapia mossambica*. Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University 26: 99-108.
- Nomura, H. 1974. PRINCIPALES ESPECIES DE PECES CULTIVADAS EN BRASIL. Simposio FAO/CARPAS sobre la Acuicultura en América Latina, Montevideo, Uruguay, CARPAS /6/74/SE 28, Octubre 1974: 1-9.
- Otalora, A. 2002. PRODUCCION ACUICOLA EN COSTA RICA. INCOPESCA, Departamento de Acuicultura.
- Perry, S. 2002. ESTUDIO DE LA COMPETITIVIDAD DE LA CAMARONICULTURA EN COLOMBIA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y ACUANAL. Primera Edición, Bogotá D.C. Junio 2002: 142.
- Phelps, R.P. and T.J. Popma. 2000. SEX REVERSAL OF TILAPIA. Pág. 34-59. En B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Pigott, G.M. 1999. A NEW LOOK AT FISH/SHELLFISH PROCESSING TECHNOLOGY. Pág. 109-115. En: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaño, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, Agt. 18-20, 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Polanco, B. AQUACULTURE DEVELOPMENT IN VENEZUELA. Pág: 209-212. En: Proceedings, First South American Aquaculture Congress. Recife, Brazil, 2-6 Nov. 1998.
- Polanco, B., D. Jory, T. Cabrera, E. García y C. Alceste. 1999. LA ACUACULTURA EN VENEZUELA, UNA ACTIVIDAD CON FUTURO. Panorama Acuícola, Vol. 4 No. 6, Sep./Oct.: 32-33.
- Popma, T.J. and F.B. Rodríguez. 2000. TILAPIA AQUACULTURE IN COLOMBIA. Pág. 141-150 en B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 2, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Pruginin, Y., S. Rothbard, G. Wohlfarth, A. Halevy, R. Roav and G. Hulata. 1975. ALL MALE BROODS OF *Tilapia nilotica* x *T. aurea* Hybrids. Aquaculture 6: 11-12.
- Ramírez, A. 1992. CRECIMIENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA DE TILAPIA ROJA (*O. mossambicus* x *O. urolepis* *homorom* x *O. aureus*) UTILIZANDO UN CONCENTRADO COMERCIAL DE DIFERENTES PORCENTAJES DE PROTEINAS EN DISTINTAS CONDICIONES DE SIEMBRA. Tesis de Grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Red Nacional de Acuicultura y COLCIENCIAS. 1989. TALLER SOBRE INTRODUCCION DE ESPECIES EXOTICAS PARA LA ACUICULTURA. Agt. 9-10. Santafé de Bogotá.
- Redmayne, P. 1992. TILAPIA-COLOMBIA'S NEW CASH CROP. Seafood Leader. Waterfront Press Company, Seattle, WA, USA: 137-144.
- Redmayne, P. 2000a. TILAPIA. Panorama Acuícola, Mar./Abr. 2000, Vol. 5 No. 3: 8-9.
- Redmayne, P. 2000b. TILAPIA 2001 MARKET. Seafood Business Magazine, Buyer's Guide, Octubre 2000.
- Redmayne, P. 2001. SPECIES FOCUS: TILAPIA. Seafood Business, January 2001.

- Revista CAMBIO . 2001. GUIA DEL EXPORTADOR DE PESCA EN EL NORTE. Publicación Marzo 12-19/2001. Bogotá, Colombia.
- Riveli, S. 2001. ENSAYO DE CULTIVO DE TILAPIA EN JAULAS. Revista AquaTic No. 15, Noviembre 2001.
- Sánchez, R. Y Z. Álvarez. 1998. LA ACUICULTURA EN VENEZUELA. Panorama Acuícola, Vol. 4 No. 1, Nov./Dic.: 20-21.
- Schamm, J.K. 1999. INSIGHTS TO THE U.S. TILAPIA MARKET. Pág. 163-169. En: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaño, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, Agt. 18-20, 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the Wolrd Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/ Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Seafood Business. 1998. TILAPIA TAKES OFF. Vol. 17 No 1, Ene./Feb. 1998: 12-16.
- Seafood Handbook. 2000. THE INFINITE VARIETY OF SEAFOOD. Harvest Section.
- Seafood Business Buyer's Guide. 2002.
- Seafood Business, 2002, FINFISH UPDATED: TILAPIA. Oct. 2002.
- Sepúlveda, S. 2000. EL SIGLO XXI. COLOMBIA: ¿POTENCIA EN ACUICULTURA?. Panorama Acuícola, Vol. 5 No. 2 En/Feb 2.000: 12.
- Sipe, M. 1985. CHERRY SNAPPER. Palmetto, Florida (USA): 67p.
- SIPSA. 2001. SISTEMA DE INFORMACION SEMANAL DE PRECIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia., Corporación Colombia Internacional.
- Tave, D. 1991. GENETICS OF BODY COLOR IN TILAPIA. Aquaculture Magazine: 76-79.
- Tave, D. 1994. CREATING A SYNTHETIC STRAIN. Aquaculture Magazine 18(5): 72-74.
- Teichert-Coddington, D.R. and B.W. Green. 1997. EXPERIMENTAL AND COMMERCIAL CULTURE OF TILAPIA IN HONDURAS. Pág. 142-162. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- 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. Pág. 54-141. En: B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.



# ENGORDA DE TILAPIA EN JAULAS FLOTANTES EN EL SISTEMA LAGUNAR DE CATAZAJÁ, CHIAPAS, MEXICO

ING. ROBERTO SOLÍS BERNANT  
ACUACULTURA PLANEADA, S. DE R. L.  
TABASCO, MÉXICO  
acuaplan@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

Chiapas es un Estado caracterizado por la abundancia de cuerpos de agua, los cuales, como en muchos otros casos a lo largo del país, han sido objeto de una sobreexplotación que tuvo por consecuencia el agotamiento del recurso pesquero. Esto, aunado a la grave crisis que viven la ganadería y la agricultura de la región, además de los graves problemas forestales, hacen que el panorama actual del campo chiapaneco sea poco alentador. No obstante, se debe ser optimista y buscar nuevas alternativas de producción para reactivar el agro local. La acuacultura puede surgir como una de estas alternativas, pues es fácil observar que en materia acuícola el progreso en Chiapas es incipiente. De ninguna manera puede decirse que no se cuenta con las condiciones para esta industria. Por el contrario, Chiapas cuenta con los requisitos de clima, hidrografía y orografía ideales para que se desarrolle con éxito una amplia gama de cultivos de agua dulce. Como posibilidades está el cultivo de carpas, de ranas toro, de cocodrilos *C. moreletti* y el de mojarras tilapia, entre otros.

El sistema natural de Chiapas, en la práctica tiene condiciones favorables para el desarrollo de la acuacultura en tres áreas claramente delimitadas con vocaciones distintas, como son, la sierra, la planicie y la zona costera.

La sierra: áreas del descenso de aguas que provienen de arroyos y riachuelos, donde se pueden establecer estanques de corriente rápida con tecnificación intensa, las cuales representan un gran potencial.

La planicie: zonas someras abundantes en cuerpos de agua. En algunas de éstos se ha creado infraestructura para tener un manejo hidráulico, como el caso del sistema lagunar de Catazajá, lo que permite mantener grandes espejos de agua para el desarrollo de cultivos y semi cultivos controlados. De esta forma se aplicarían procesos técnicos menos sofisticados y al alcance de la población rural.

La zona costera: área susceptible de establecimiento de granjas y parques acuícolas para cultivo de camarón o de ostión, así como el manejo de jaulas de engorda en el lecho marino para la producción controlada de especies valiosas como el mahi-mahi.

En este muy particular caso, se está aprovechando la infraestructura hidráulica disponible en el embalse de la laguna de Catazajá, la cual permanece con niveles de agua adecuados durante todo el año, beneficiándose a cientos de familia de las comunidades vecinas que se dedican a la pesca para ganarse la vida.

El municipio de Catazajá se localiza al noroeste del estado de Chiapas, la cabecera se sitúa a 17° 44' latitud Norte y 92° 01' longitud Oeste y a una altitud de 20 m sobre el nivel del mar. El municipio colinda al norte con el estado de Tabasco y al sur con el municipio de Palenque. Su extensión territorial es de 621 km<sup>2</sup>, lo que representa 0.83% de la extensión estatal y 0.032% del territorio nacional. Contiene un total de 54 localidades, entre las que destacan por su población la cabecera municipal y las comunidades Ignacio Zaragoza, Punta Arenas, Loma Bonita y Cuyo Álvaro Obregón. La cabecera se encuentra ubicada a unos 23 Km. del aeropuerto internacional de Palenque, Chiapas.

La población actual del municipio de Catazajá oscila alrededor de 15,000 habitantes. La densidad de población es de 24 habitantes por kilómetro cuadrado y en su mayor parte es un municipio de zona rural. Las actividades económicas preponderantes son la ganadería y la agricultura. La pesca había sido considerada, hasta hace poco, como una actividad puramente extractiva. Esto ocasionó que cada vez fueran necesarios mayores esfuerzos para disponer de recursos acuáticos.

El vaso de Catazajá es un cuerpo de agua intermitente, el cual era llenado con las avenidas de agua del río Usumacinta en tiempo de lluvias, llegando a inundar un área superior a las 15,000 hectáreas. La cuenca disminuía su volumen de agua conforme bajaban los niveles del río, hasta drenarse por completo en los meses de estiaje.

Desde hace aproximadamente 12 años, se construyeron dos bordos de represa en los canales del drenaje natural del vaso, con la finalidad de retener el agua y evitar que se desalojara todo su volumen, manteniéndose así el agua embalsada durante todo el año. Esto permitió darle otros aprovechamientos al embalse, como actividades de acuacultura, recreativas y deportes acuáticos, entre otros. Del mismo modo, la existencia de embalses permite aprovechar el agua para agricultura, con sistemas de riego, ya que de no existir, no habría disponibilidad de agua en meses críticos de sequías. Actualmente cubre por inundación un área variable de alrededor de 12,000 hectáreas.

Dicho sitio fue seleccionado por contar con las condiciones ambientales y de hidrografía ideales para el éxito del proyecto, así como la ventaja de no estar expuesto a los fuertes vientos que en ocasiones azotan la zona. El clima es cálido y húmedo, con lluvias periódicas que se dan de mayo a diciembre. La dirección de los vientos es de este a oeste y de norte a sur. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la temperatura media anual del lugar, en grados centígrados, es de 26.5 y la precipitación pluvial promedio de 2,429 mm. El acceso al sitio exacto de la granja es idóneo, pues se cuenta con camino pavimentado hasta el rancho.

## ESFUERZO PESQUERO

Existen 32 cooperativas pesqueras que en conjunto concentran a cerca de mil pescadores organizados. Además de ellos, se estiman unos cuatro mil pescadores informales que llevan al cabo actividades de pesca para autoconsumo. La extracción de los recursos acuáticos se ha llevado a cabo de una forma no sustentable y ya se empiezan a palpar problemas de sobreexplotación. Los reportes de producción anual de la oficina de pesca local indican que hace apenas cinco años la producción pesquera total del lugar oscilaba alrededor de las 1,000 toneladas, mientras que el año pasado (2002) sólo se produjeron 415 toneladas, siendo la tilapia y el robalo las principales especies, con un 76% y un 12% del volumen de la captura total, respectivamente.

Por lo antes señalado, cada vez son más frecuentes las disputas entre los diferentes grupos y organizaciones de pescadores, por las invasiones de unos sobre las áreas otorgadas en permiso para otros, ocasionando conflictos que han requerido la constante intervención de las autoridades, tanto municipales como estatales y federales. Una alternativa para explotar racionalmente los recursos pesqueros es la implementación de mecanismos de fomento y apoyo para la acuacultura, ya que este vaso lagunar cuenta con excelentes condiciones para el desarrollo de este tipo de proyectos. Sin duda, lo anterior coadyuvaría a la solución de los problemas que se han generado en la zona. El establecimiento y consolidación de una industria piscícola sustentable en la región sería una importante fuente de empleos para mucha gente.

## PARAMETROS DE OBSERVANCIA

El sitio seleccionado, tal y como se señaló anteriormente, reúne las condiciones ambientales e hidrológicas ideales para el éxito del proyecto. Durante el año 1998, se registró un monitoreo de las condiciones de oxígeno disuelto, temperatura, pH y alcalinidad tres veces por semana, encontrándose los siguientes datos:

**Tamaño:** la ensenada donde se instalaron las jaulas cubre un área aproximada de 100 hectáreas con profundidad máxima en la temporada de estiaje de 3 m y en temporada de lluvias hasta 6 m. Lo anterior encaja en los rangos óptimos para desarrollar cultivos en jaulas flotantes, ya que se requieren profundidades mínimas de 2 m.

**Oxígeno disuelto:** las concentraciones de oxígeno disuelto mínimas registradas durante las madrugadas en días lluviosos son de 4 - 5 mg/l, llegando a niveles máximos de 10 - 11 mg/l por las tardes de días soleados. Normalmente se mantiene entre 6 y 11 mg/l.

**pH:** el pH de este embalse permanece estable a lo largo del año, en niveles de 7.5.

**Temperatura:** la temperatura del agua media anual es de 28° C, con mínimas ocasionales de 23° C en invierno y máximas de 32° C en los meses calurosos.

**Alcalinidad:** el agua en el sitio elegido tiene una alcalinidad de 80 mg/l, lo cual es adecuado y propicio para enriquecer la productividad natural de la ensenada.

## TAMAÑO DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra actualmente superando su fase de etapa piloto. En el presente se cuenta con 40 jaulas flotantes, 20 de 4m x 4m x 2m, hechas de malla de hilo de seda teñido y tratado con una pulgada de luz y 20 jaulas más de malla galvanizada, (rígida) de 3m x 3m x 1.5 m, las cuales producen 30 toneladas de pescado (peso neto de producto fresco eviscerado) por ciclo.

Se siembran únicamente 2,000 animales por cada jaula de 4 x 4 y 1,000 animales en las jaulas de 3 x 3, buscando aprovechar la riqueza de alimento natural disponible en el embalse y permitir a los peces mayor espacio para buscarse su propio alimento. Por lo anterior, se ocupan 60,000 juveniles de tilapia para sembrar las 40 jaulas. De acuerdo al tamaño de la granja se requieren los siguientes trabajadores: un técnico en piscicultura, un vigilante y un peón.

También se requiere de personal eventual, de acuerdo con las cosechas programadas, para que ayuden en las labores de eviscerar y limpiar el pescado. Se estima que una persona puede procesar 200 Kg. de pescado en una jornada de trabajo de 8 horas. Por lo tanto, se requieren cerca de 150 jornales para procesar 30 toneladas de producto.

## SELECCIÓN DE LA ESPECIE

La mojarra seleccionada es la especie *Oreochromis niloticus*, variedad gris, la cual fue escogida por sus excelentes tasas de crecimiento y conversión alimenticia.

## PROCESO TÉCNICO

Enfoque tecnológico.- Las estrategias de cultivo a seguir serán determinadas por las distintas combinaciones de factores productivos, con el fin de obtener los mayores resultados y beneficios por unidad de recurso aplicado, en ámbitos bien definidos como selección de sitio, costos, disponibilidad de tecnología y recursos naturales, etc. Las tecnologías de alto rendimiento desarrolladas en países como Israel y Costa Rica, hacen aún más favorables las características productivas de las tilapias, tales como:

- ⌚ mayor crecimiento de los machos,
- ⌚ aprovechamiento de la energía para crecimiento en ausencia de estímulos para reproducción,
- ⌚ aprovechamiento eficiente del alimento suministrado y
- ⌚ tolerancia para vivir en altas densidades.

Siembra y engorda en jaulas.- Los organismos talla jaula adquiridos son sembrados en primero en una etapa de pre engorda, con una densidad de 10,000 organismos por jaula. Se alimentan durante tres meses y posteriormente se desdoblan para sembrar las jaulas de finalización, con una densidad de 2,000 peces por jaula (4 x 4) y 1,000 peces por jaula (3 x 3). El tiempo de engorda dura alrededor de 6 meses, durante el cual se alimenta a los organismos a saciedad, dos veces al día. Igualmente, se realizan muestreos de crecimiento y población.

Cosecha.- El monitoreo del crecimiento permite detectar cuándo los peces llegan a su talla comercial, es decir, cuando el peso promedio oscile alrededor de los 600 g de peso vivo. Las jaulas son cosechadas una por una y el pescado es llevado en cajas de plástico al área de procesamiento.

Procesado.- El pescado es eviscerado y enhielado para comercializarse fresco, ya que esta presentación tiene una gran demanda en el mercado.

Supervivencia.- En base a la excepcional calidad del agua donde se lleva al cabo el cultivo y considerando la alta resistencia a enfermedades y adaptabilidad al medio de los organismos con los que se trabaja, se han logrado tasas muy bajas de mortalidad, oscilando éstas alrededor del 5%. En otras palabras, la supervivencia observada para el ciclo de engorda es de alrededor de 95%.

Tasa de Crecimiento Específico.- La Tasa de Crecimiento Específico (SGR, por sus siglas en inglés) SGR= 2.

Tasa de Conversión Alimenticia: TCA = 1.5.

## **MERCADO**

El pescado entero fresco tiene una alta demanda en el mercado nacional. Actualmente, Acuacultura Planeada, S. de R.L., tiene una importante cartera de clientes que van a la granja a comprar el producto, pagando alrededor de \$22.00/Kg., llegando a venderse por encima de los \$25.00/Kg. en temporada alta, considerando tallas comerciales de 500 a 600 g por pieza. Este precio es a pie de granja, el producto es entregado fresco, eviscerado, con escamas. El hielo y estibado del producto en el medio de transporte corre a cargo del comprador.

Actualmente se lleva la engorda de forma “temporalera”, sembrando los animales en los meses de abril para finalizarlos en los meses de la cuaresma, lo que permite contar con oportunidad de acceso a mejores condiciones de mercado. Sin embargo, durante el tiempo que se ha operado, se detectó una disminución muy importante de la oferta pesquera de la zona (por causa de que las pesquerías ribereñas de la región están siendo sobre explotadas), lo cual se traduce en una demanda cada vez mayor en meses fuera de cuaresma. De esta forma, se ha encontrado que los meses de julio, agosto, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, son meses buenos, de alta demanda. Durante los meses de mayo, junio, septiembre y octubre, es sensible una baja en la demanda y en los precios del producto. Haciendo un balance, en el año se cuenta con 8 meses buenos para la comercialización de productos.

## **FACTORES ADVERSOS**

Hay algunos factores detectados que ponen bajo riego la operación de la granja, los cuales se señalan a continuación:

Fauna agresiva: Hay ciertas especies que dañan las redes de las jaulas, tales como tortugas, nutrias e incluso, perros domésticos de campo. La estrategia que se implementó para contrarrestar esta situación es la utilización de mallas galvanizadas rígidas para la construcción de las nuevas jaulas, resistentes a los ataques de dichos animales.

Oportunismo: La competencia por alimento con la sardinas de agua dulce, ya que existe en la laguna una población muy importante de la esta especie, compite vorazmente por alimento con las crías de tilapia recién sembradas, introduciéndose a las jaulas y se aprovechándose del alimento despachado para crecimiento de tilapia.

La estrategia implementada para contrarrestar este factor, fue llevar al cabo una pre engorda, en donde se siembran las crías a altas densidades, disminuyendo el impacto de la sardina al haber más tilapias consumiendo alimento a la vez.

Asimismo, por temporadas llegan a la zona bandadas de gaviotas marinas, las cuales se lanzan sobre el alimento flotante en cuanto éste se despacha a los peces, debiéndose ahuyentarlas de inmediato porque de otro modo, no dejarían comer a las tilapias.

Depredadores: A pesar de que todas las jaulas cuentan con tapa para evitar la pérdida de animales por depredación, hay algunas aves como las garzas blancas y grises que continuamente están tratando de capturarlos. Aunque no logran extraer sus presas debido a la barrera física de la tapa, sí pueden lastimarlos y en muchas ocasiones matarlos, debido a los filosos picotazos que les asestan. La única forma de ahuyentar a estos animales es con balas de salva o lanzándoles piedras con tirapiedras, trabajo intensivo y continuado, ya que de otra forma regresan de nuevo a tratar de alimentarse de los peces en las jaulas.

Sin duda el más grave de los factores adversos son los amigos de lo ajeno, ya que si no se tiene el cuidado y la vigilancia debida, el robo del producto es casi un hecho. Para una mejor vigilancia, se instaló un sistema de iluminación en el área de las jaulas con lámparas fluorescentes de 12 voltios, alimentadas con energía solar, y la presencia de un velador que durante la noche utiliza reflectores para cuidar la granja.

En el corto plazo, Acuacultura Planeada, S. de R.L., espera poder dar el paso para llevar la engorda a escala industrial y de esta forma sembrar 100,000 peces mensuales para cosechar alrededor de 50 toneladas cada mes. Para ello, se están negociando algunas factibles alianzas estratégicas con empresas del sector, quienes aportarían parte del capital y equipo, necesarios para lograr la meta propuesta.

Desde esta tribuna, se aprovecha la oportunidad para hacer un llamado a las autoridades del ramo de la pesca, con el fin de que de una vez se terminen de definir las políticas de apoyo con recursos financieros para las empresas acuícolas del sector privado, similares a las existentes para la agricultura y la ganadería. El Plan Nacional de Alianza para el Campo contempla apoyos del gobierno federal, conjuntamente con los gobiernos estatales para el sector primario, con diversos objetivos específicos, entre otros, incrementar el rendimiento de cultivos agrícolas y transitar de una ganadería extensiva a una semi-intensiva. Sólo por mencionar algunos programas de apoyo encontramos los siguientes:

- ❖ Programa de Ferti-irrigación: Los gobiernos federal y estatales destinan un subsidio del 33% a los productores que deciden implementar esta tecnología en sus cultivos.
- ❖ Programa de Mecanización: Para la adquisición de tractores e implementos, se subsidia cerca del 50% del costo de maquinaria agrícola nueva.
- ❖ Programa de Ganado Mejor: Se subsidia la adquisición de lotes de vaquillas o sementales de registro a los productores para mejorar la calidad genética y aumentar los índices de producción.
- ❖ Procampo: Se subsidia cerca del 30% del costo de producción por hectárea a productores de granos como sorgo o maíz.

En ningún momento se contemplan apoyos al sector pesquero, a pesar de la importancia de esta actividad en los estados como Chiapas y Tabasco, donde dependen de esta actividad un gran número de familias. Es fácil observar la importancia del papel que desempeña la pesca en la economía de Catazajá y en el estado de Chiapas, debido al gran número de familias que dependen de ella para subsistir. Además, de las personas que dependen directamente de ella, hay muchas otras que se benefician de manera indirecta, tales como intermediarios y la industria del hielo, entre otras, quienes a su vez, generan empleos y propician que la derrama económica producida por la actividad pesquera sea mejor distribuida entre la población.

Sin embargo, cada vez es más difícil seguir dependiendo de la pesca como fuente de riqueza, debido a una alarmante disminución de los volúmenes de captura en las lagunas y arroyos de la región en los últimos años, además del hecho que cada vez son más las personas que con permiso o sin él incursionan en ésta actividad, creando conflictos, compitiendo por espacios donde pescar y dividiendo aún más la escasa producción que apenas alcanzaba para los ya establecidos. Es en consideración de estos factores locales donde la acuacultura puede jugar un papel protagónico, de tal manera que las familias dedicadas a la actividad pesquera puedan no solo subsistir, sino mejorar sus condiciones de vida. En pocas palabras, **ENCONTRAR UNA VIDA MEJOR Y MÁS DIGNA PARA TODOS.**

# Acuacultura Planeada, S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

# Acuacultura Planeada, S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada, S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada, S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



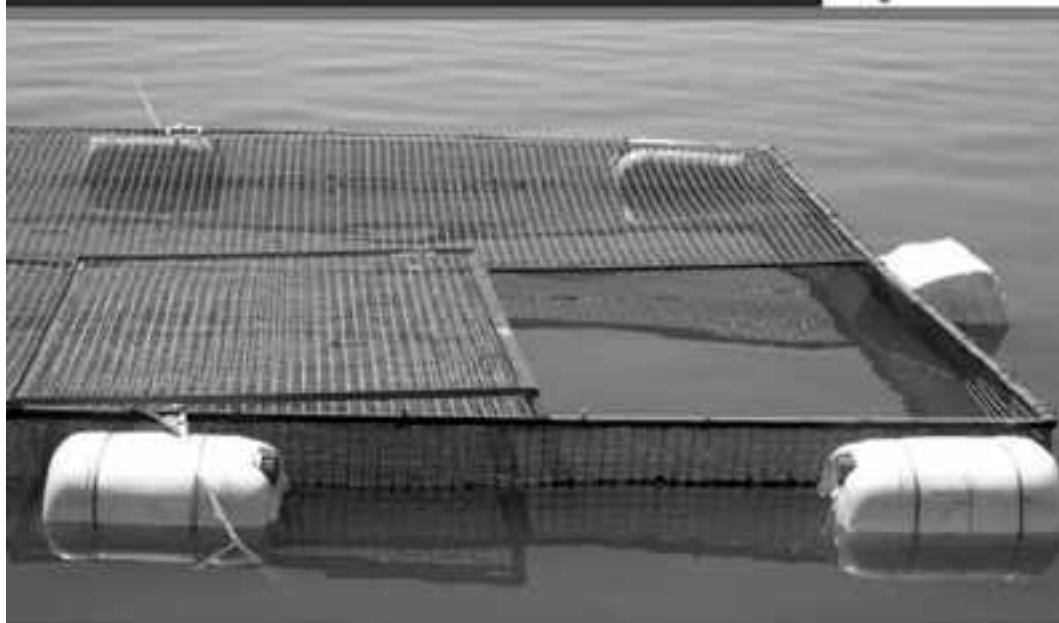
[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada, S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada, S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

Acuacultura Planeada. S. de R.L.



[acuaplan@hotmail.com](mailto:acuaplan@hotmail.com)

# PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN: CASO SURESTE

M. EN C. SERGIO MONROY  
BIOTECNOLOGÍAS ACUÍCOLAS  
MÉRIDA, YUCATÁN  
smonroy60@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

En menos de dos años, hemos observado cómo la economía estadounidense ha pasado de una fase de crecimiento a una de recesión, primero, por el agotamiento esperado posterior a una larga fase expansiva de su economía y después, por los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001. Aunado a esto se dio la recesión de Japón y la ligera devaluación del euro en la Comunidad Económica Europea, factores que han incidido directamente en la disminución de los volúmenes de venta y precios de algunos productos considerados “elitistas”, como el camarón, abriendo así nuevas posibilidades para otros productos en estos mercados.

De acuerdo con informes de la FAO, las proyecciones mundiales de la producción en acuacultura, en los próximos años, se centrarán en especies de alto potencial comercial tales como el camarón, el salmón, la carpa y la tilapia. Se estima que esta última alcanzará 1.6 millones de toneladas métricas (TM) en 2025.

**Tabla 1. Proyecciones de producción mundial en acuacultura (en miles de toneladas)**

Especie	Índice de Tendencia 1984-92(%)	1992	2000	2025
Carpas	11.2%	6,652	10,200	20,800
Camarón	22.8%	884	1,600	3,800
Salmón y Trucha	16.6%	629	1,100	2,400
Tilapia	14.4%	474	800	1,600

Fuente: The Status and Outlook of World Aquaculture by Imre Csavas. FAO.

En los últimos años, se ha incrementado el desarrollo de la acuacultura en México. La industria de la acuacultura es generadora de divisas, contribuye a la seguridad alimenticia y crea empleos en sitios donde no existía una actividad pesquera relevante. Es hoy por hoy una de las principales alternativas productivas para el crecimiento económico con que contamos en nuestro país.

Dado lo valioso que actualmente tiene el uso racional de los recursos acuáticos, esta industria se vislumbra como la alternativa más importante en la administración racional de estos, siempre y cuando se implementen sistemas productivos sustentables y se implementen tecnologías que hagan un uso óptimo del principal componente de la acuacultura: el agua.

## **ESTADO ACTUAL DEL CULTIVO**

En México, el desarrollo de la acuacultura ha estado enfocado principalmente a unas cuantas especies, entre las que destacan por interés las siguientes: camarón, ostión, carpa, bagre, trucha y tilapia.

La tilapia es un pez pequeño, parecido a una perca, nativo de África y conocido desde tiempos bíblicos. Existe la leyenda de que fue la tilapia el pez que Cristo multiplicó en miles para alimentar a las masas.

En 1964, se instala la primera estación piscícola de peces tropicales en México, como parte de los programas de aprovechamiento de la Presa Miguel Alemán, en el estado de Oaxaca. Se introducen tres especies de tilapias africanas importadas de Estados Unidos de América (EE.UU.) y tres mojarras nativas del Sureste de México. A partir de ese momento, la tilapia ha sido introducida en prácticamente todos los cuerpos de agua del país.

## **PERSPECTIVAS Y DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD**

En los últimos años, la tilapia se ha posicionado no sólo como producto sino que también como una industria en los E.U.A. Indudablemente el mercado más importante de tilapia es el de América del Norte, como lo indican estadísticas del Departamento de Comercio de los E.U.A., en donde se señala que el consumo pasó de 5,700 TM en 1992, a 49,200 TM en 2000. Esto representa un aumento del 800% en los últimos ocho años.

Al ser México el principal socio comercial de E.U.A. en América Latina, contamos con un gran potencial para entrar en ese mercado. Los principales exportadores de tilapia al mercado estadounidense en 2002 fueron los siguientes:

**Tabla 2. Oferta de tilapia a los E.U.A. (2000)**

<b>País Exportador</b>	<b>Miles de Toneladas</b>	<b>Porcentaje</b>
Taiwán	17,748.18	54%
China	13,475.47	41%
Indonesia	1,314.68	4%
Tailandia, Filipinas, Vietnam y Hong Kong	328.67	1%
Ecuador	3,411.00	45%
Costa Rica	2,653.00	35%
Honduras	1,061.20	14%
Jamaica	227.40	3%
Panama	151.60	2%
Otros	75.80	1%

Fuente: Panorama acuícola. Vol. 7, No 2, pp. 32. 2002.

México no cuenta con la producción suficiente para abastecer su mercado interno, por lo que es necesario implementar sistemas de producción integrales con tecnología de vanguardia adecuada a las necesidades y capacidades locales, cubriendo las demandas del país y además, tener capacidad exportadora.

## **JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, el cultivo de peces es un factor importante en los proyectos de desarrollo. La tilapia es una opción de cultivo real pues presenta grandes ventajas técnicas en su cultivo.

Las características climáticas e hidrológicas del país, especialmente las del sureste mexicano, lo sitúan como zona con mayor potencial para el desarrollo de esta actividad.

El presente documento propone la implementación de un proyecto que responde a las necesidades del productor, no sólo en términos técnicos, sino que también en términos ambientales. Se propone la implementación de una unidad modelo, auto sustentable, que permita difundir la actividad a través de un esquema funcional, operativo, eficiente y sobre todo, al alcance del productor, proporcionando productos de alto nivel proteico, generando trabajo y fuentes de ingreso, a la vez que haciendo un uso integral del recurso agua por medio de sistemas de recirculación.

## ANTECEDENTES

En el sureste del país, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, introduce ejemplares de *Oreochromis niloticus* en 1986, como una donación a México por parte de la Universidad de Stirling, Escocia. Se reparten los ejemplares en varios Centros Acuícolas bajo supervisión de la Secretaría de Pesca y señalándose así el inicio del cultivo, de manera formal, en esta parte del país.

En 1991, la Dirección General de Acuacultura, dependiente de la Secretaría de Pesca, reporta otras importaciones de pies de cría de diversas especies por parte del sector privado, provenientes de E.U.A., Egipto, Panamá y Costa Rica.

Actualmente, en el estado de Campeche, se cuenta con uno de los programas de cultivo de tilapia más completos. Cuenta con un centro de producción de alevinos de 800 mil organismos por mes, 150 jaulas flotantes en distintos grupos sociales en la zonas de Atasta, Candelaria y Palizada. También funciona una granja de 20 hectáreas del sector privado que integra sistemas de alta tecnología de cultivo.

Por su parte el estado de Quintana Roo cuenta actualmente con uno de los programas más agresivos e innovadores de acuacultura rural. Una granja del sector privado produce 300 mil alevinos al mes, además de contar con 9 tanques de cultivo hiperintensivo y 8 estanques rústicos de una hectárea para la engorda. Estas instalaciones funcionan como granja madre y actualmente se construyen 7 unidades de producción por parte del sector social. Cada unidad cuenta con 2 tanques circulares de 10 m de diámetro. La granja madre proporciona los alevinos, la asistencia técnica y el alimento necesario para el buen funcionamiento del sistema.

El estado de Yucatán no se queda atrás y actualmente cuenta con 200 tanques de cultivo de tilapia, en su mayoría del sector social, apoyadas técnicamente por el propio Gobierno del Estado y la delegación de la SAGARPA en ese estado. Por parte del sector privado, se cuenta con una granja de cultivo intensivo en «raceways». Esta empresa privada cuenta con una de las plantas de alimento balanceado más prometedoras de la zona, ya que permitirá el acceso a alimento fresco y adecuado a las condiciones específicas del sureste. Por otro lado, FIRA Yucatán impulsa un modelo de producción de tilapia de traspatio que permita hacer uso integral del recurso agua y de los desechos agrícolas secundarios.

Todo esto nos da un marco importante para promover el desarrollo de sistemas sustentables y amistosos con el medio ambiente, mediante la recirculación del agua, ya que este es y será el principal problema por superar en los próximos años. Como ya lo mencionan las autoridades ambientales de la SEMARNAP, el recurso agua es la principal preocupación de la presente administración, por lo que las limitaciones de tipo ambiental para el desarrollo de estos proyectos son reales y en el futuro serán más.

## OBJETIVO

Producir tilapia bajo un sistema de recirculación, sustentable, altamente productivo, adecuado a las condiciones del sureste del país y con una rentabilidad atractiva para el inversionista.

## MERCADO

De acuerdo con las proyecciones mundiales de la FAO, la producción de acuacultura en los próximos años se centrará en las siguientes especies con alto potencial comercial: camarón, salmón, tilapia y carpa. Se estima que la producción de tilapia casi se duplicará, pasando de 474 mil toneladas en 1992, a 800 mil toneladas en 2000.

La tilapia en E.U.A. se ubica en el tercer lugar de los productos de acuacultura importados, en términos de volumen, únicamente pasando después del camarón y el salmón. Estos datos reflejan la importancia de esta especie dentro del mercado estadounidense.

En la siguiente gráfica, se ve claramente el incremento del consumo de la tilapia en el principal mercado del mundo. El consumo pasó desde menos de 10 mil toneladas a principios de 1990 hasta alcanzar 100 mil toneladas en 2002. Este importante incremento (1,000 %), en 12 años, nos habla por sí solo de un importante nicho de mercado y sobretodo, de una oportunidad de negocios clara y definida. Se desprende que deberemos capitalizar la cercanía de México a este mercado, ya que los principales productores están significativamente más alejados del mercado de E.U.A. Asimismo, los recursos hidráulicos y climáticos nos permiten planear y programar las producciones. Además, se debe mencionar el capital humano con el que cuenta México.

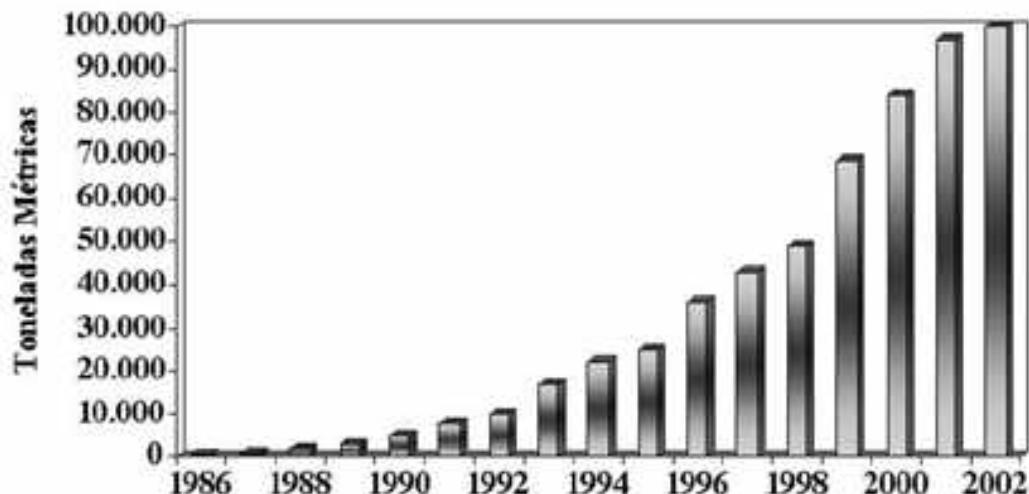


Fig. 1 Consumo de tilapia en los Estados Unidos de América

## PROPUESTA TÉCNICA

Con base en este escenario, se propone un sistema de cultivo intensivo de tilapia, basado en la recirculación del agua en un 200% diario, así como de alta rentabilidad económica. La base del sistema de cultivo está en el manejo de la calidad del agua mediante el uso de sistemas de biofiltración y el uso de bacterias aeróbicas como sustrato de cultivo.

La unidad de cultivo propuesta consta de :

- 4 Precias de 4 x 8 x 1.2 m.
- 6 Estanques circulares de 16 m de diámetro.
- 2 Biofiltros circulares RBS.
- Infraestructura de apoyo.

Este sistema de recirculación permite hacer un uso integral del recurso agua, además de ser un sistema seguro biológicamente, el cual permite garantizar la producción de 257 toneladas de tilapia entera fresca de 500 grs.

Ventaja competitiva.

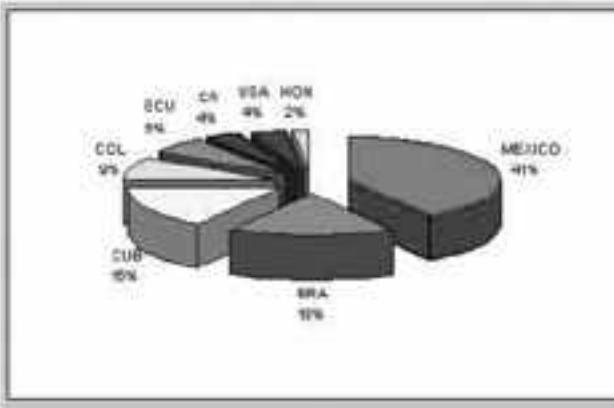
- Permite establecer un programa de bioseguridad que garantice la sustentabilidad del proyecto.
- Se puede programar la producción de una manera mensual.
- El producto obtenido es de la más alta calidad comercial.

Esta propuesta técnica de cultivo intensivo de tilapia permitirá desarrollar de una forma ordenada y sustentable la acuacultura comercial de tilapia en nuestro país.



## AMÉRICA: PRODUCTORES (AÑO 2010)

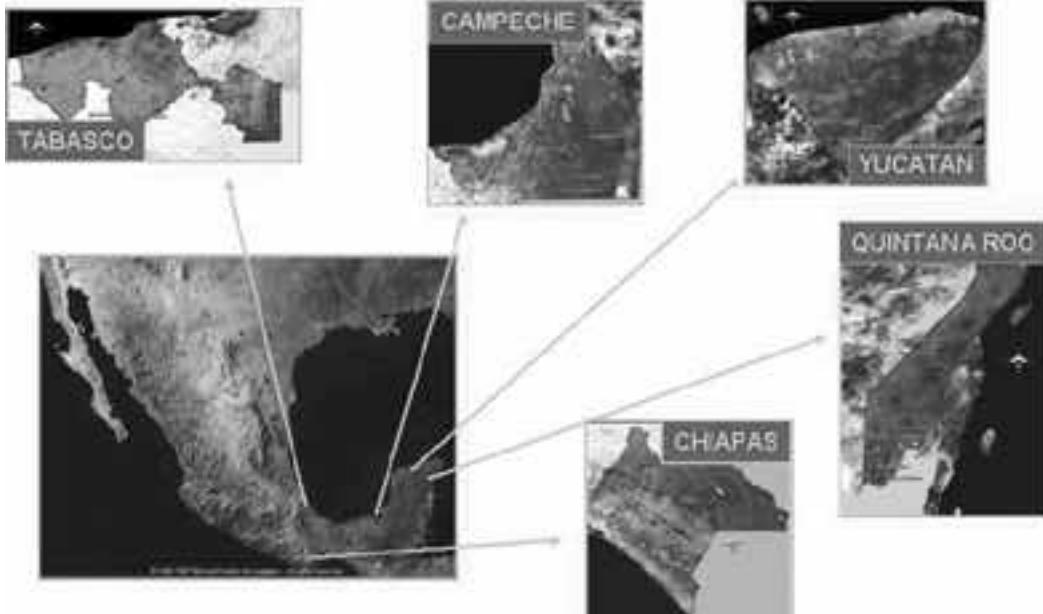
- MEXICO - 102,000 TM / AÑO  
DEMANDA DOMESTICA
- BRASIL - 45,000 TM / AÑO  
DEMANDA DOMESTICA
- CUBA - 39,000 TM / AÑO  
DEMANDA DOMESTICA
- COLOMBIA - 23,000 TM / AÑO  
DEMANDA DOMESTICA
- ECUADOR - 15,000 TM / AÑO  
FILETE FRESCO Y CONG.
- COSTA RICA - 10,000 TM / AÑO  
FILETE FRESCO
- USA - 9,072 TM / AÑO  
DEMANDA DOMESTICA
- HONDURAS - 5,000 TM / AÑO  
FILETE FRESCO Y CONG.



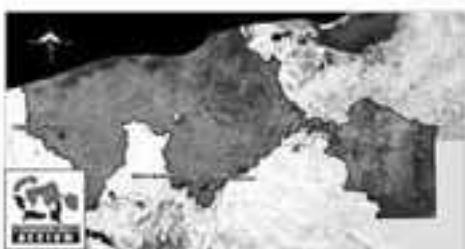
## MÉJICO: SITUACION ACTUAL

- ESPECIE INTRODUCIDA CON ARRAIGO NACIONAL.
- PERSONAL TÉCNICO MEXICANO CON EXPERIENCIA AMPLIA.
- PRODUCCIÓN IMPORTANTE EN LOS ESTADOS DE SAN LUIS POTOSÍ, MICHOACÁN, JALISCO, VERACRUZ, TABASCO, CAMPECHE Y CHIAPAS.
- TENDENCIA A LA INTENSIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.
- MERCADO DOMESTICO FUERTE E IMPORTANTE EN CONSUMO: TILAPIA ENTERA FRESCA, FILETE FRESCO Y CONGELADO.
- DESARROLLO DE PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO.
- DESARROLLO INCIPIENTE DE MERCADOS DE EXPORTACIÓN.

## SURESTE: POTENCIAL

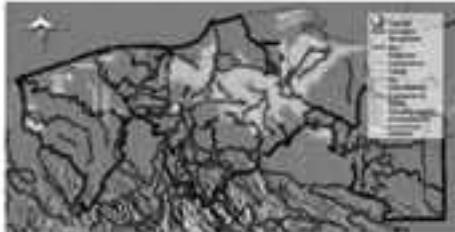


## SURESTE: TABASCO



- CUENTA CON LOS DOS PRINCIPALES RIOS DEL PAIS: GRIJALVA, USUMACINTA
- REGION DEL PAIS DONDE SE LOCALIZA LA RED HIDROLOGICA MAS COMPLEJA
- PRODUCCION EN 1999 DE 6,806 TM.

- APoyo decidido del Gobierno del Estado a traves de FUNDACION TABASCO para consolidar la acuacultura como principal fuente de empleo y de generacion de divisas no petroleras bajo un concepto de sustentabilidad



## SURESTE: CAMPECHE

### ORDENAMIE

- BIOSUSTENTABILIDAD
- NO AFECTACIÓN A ZONAS DE RESERVA ECOLÓGICA
- DISPONIBILIDAD DE AGUA Y TERRENOS
- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVO Y EXTENSIVO
- VOLUNTAD POLÍTICA DEL GOBIERNO DEL ESTADO



### DESARROLLO

- MAYAQUA: 20 HAS SEMI-INTENSIVO
- GOBIERNO DEL ESTADO: 200 JAULAS FLOTANTES
- PLAN DE AYALA: CENTRO PRODUCTOR DE ALEVINES 800,000 / MES

## SURESTE: YUCATÁN



### ORDENAMIENTO COSTERO:

- BIOSUSTENTABILIDAD
- NO AFECTACIÓN A ZONAS DE RESERVA ECOLÓGICA
- DISPONIBILIDAD DE AGUA Y TERRENOS.
- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVO Y EXTENSIVO
- SE RECOMIENDAN SISTEMAS INTENSIVOS DE RECIRCULACIÓN

### PROBLEMÁTICA Y ACCIONES CONCERTADAS:

- OPCIÓN PARA CONTRARRESTAR LA PROBLEMÁTICA DE LA DISMINUCIÓN DE LA PESCA
- SUELO NO ADECUADO A CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL Y RECURSO HIDROLÓGICO CONSIDERADO COMO RESERVA HIDROLÓGICA DEL PAÍS (CNA)
- ACTUALMENTE EXISTEN 200 TINAS DE AQUACULTURA RURAL, PROD. EST. 600 T / AÑO
- GRANJA DE CULTIVO INTENSIVO: RACEWAYS

## **YUCATÁN: CASO PRÁCTICO**

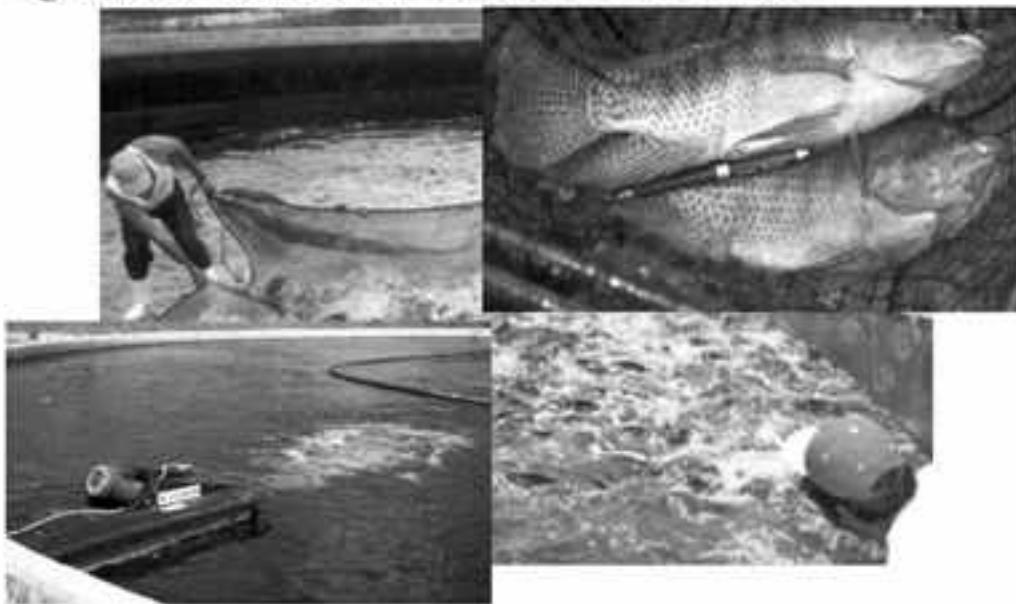


## SURESTE: QUINTANA ROO

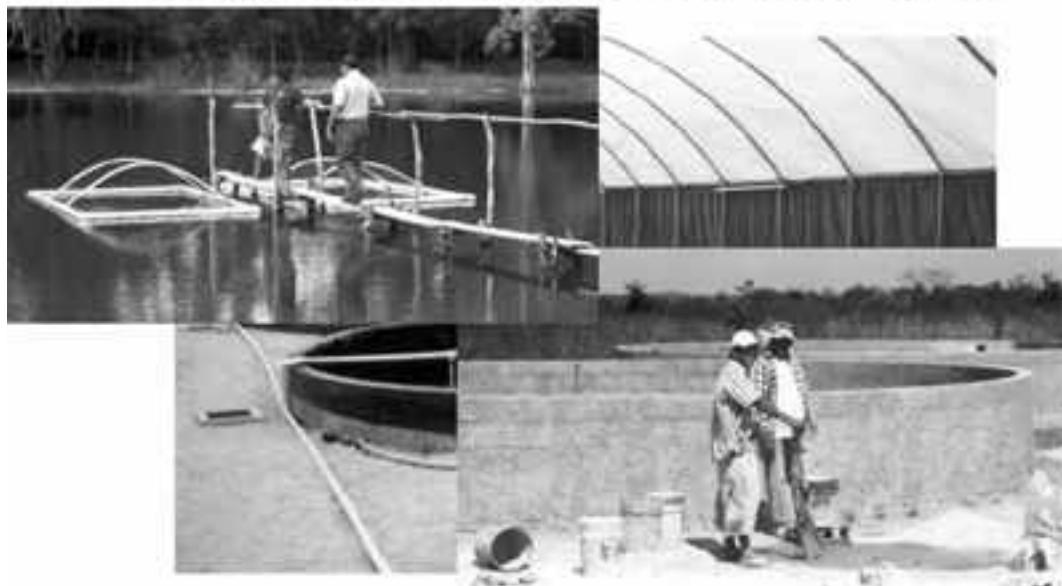
- PRINCIPAL MERCADO CONSUMIDOR DEL SURESTE
  - RECURSOS HIDROLÓGICOS IMPORTANTES: SUBTERRÁNEOS Y SUPERFICIALES
  - INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA SUB-UTILIZADA (10.000 HA DE RIEGO) ARROZ Y LIMÓN
  - PRIMER ESTADO DEL SURESTE CON INSTITUTO DE ACUACULTURA DEL GOBIERNO DEL ESTADO
  - CENTRO PRODUCTOR DE ALEVINES 300.000 / MES
  - GRANJA DE CULTIVO INTENSIVO DE 200 TON / AÑO.
  - PROGRAMA DE AQUACULTURA RURAL INTEGRADOR E INNOVADOR
  - PROGRAMA PILOTO DE JAIULAS FLOTANTES



## QUINTANA ROO: CASO PRÁCTICO



## ... QUINTANA ROO: CASO PRÁCTICO



## SURESTE: CHIAPAS



- RECURSOS HIDROLÓGICOS IMPORTANTES
- PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA DE 5,000 TON.
- ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE PARGO CEREZO
- EXPERIENCIA ACTUAL EN SISTEMA INTENSIVOS, ESTANQUERIA RÚSTICA, JAULAS FLOTANTES SISTEMAS DE SEMBRA Y RESEMIENDA EN PRESAS.
- DISPONIBILIDAD DE ÁREAS ADECUADAS.

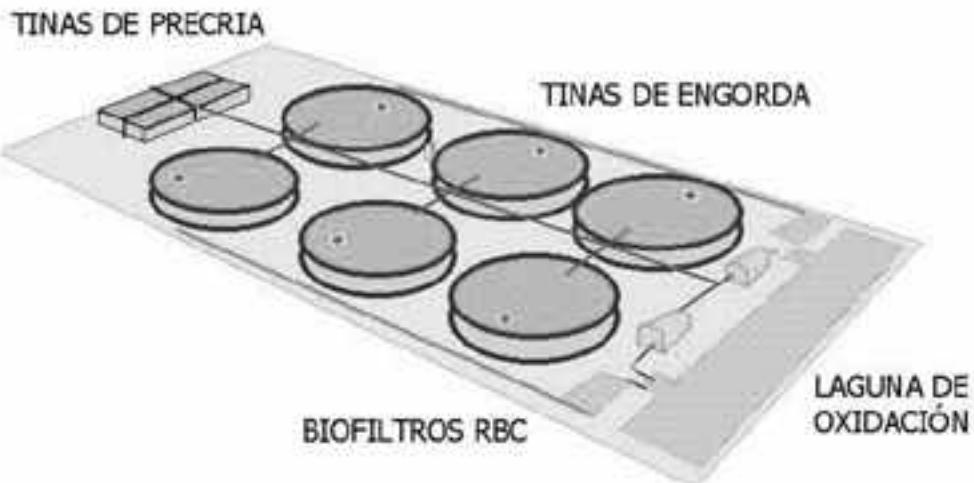
## MODELO BIOTECNOLÓGICO

- GRANJA DE CULTIVO INTENSIVO DE TILAPIA, BIOSEGURA CON SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DEL AGUA PARA UN USO INTEGRAL DEL RECURSO.
- FORMADA POR MÓDULOS, PARA SER CONSTRUIDA EN ETAPAS, CADA MÓDULO ES POR SI MISMO RENTABLE.
- CADA MÓDULO ESTA CONFORMADO POR 6 TINAS DE 16 MTS DE DIAM PARA LA ENGORDA INTENSIVA Y 4 TANQUES DE PRECRÍA TOMANDO AGUA DE POZO O DE RÍO.
- EL SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN ASÍ COMO LA RECIRCULACIÓN ASEGUAN LA BIOSEGURIDAD Y LA SUSTENTABILIDAD DEL MISMO.
- PRODUCCIÓN ANUAL DE 257 TON DE TILAPIA ENTERA FRESCA DE 550 GRS. PROMEDIO.

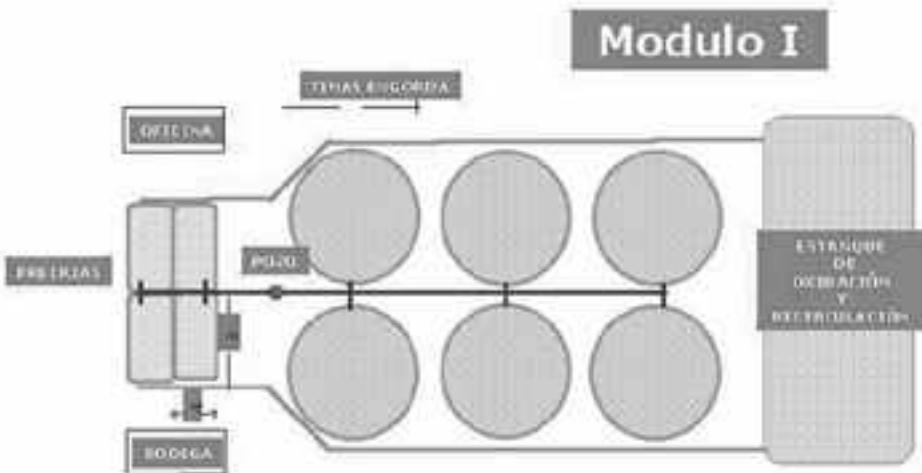
## MODELO: POSICIONAMIENTO ESTRATÉGICO

- PERMITIRÁ DESARROLLAR DE UNA FORMA ORDENADA Y SUSTENTABLE LA ACUACULTURA EN UNA DE LAS REGIONES CON MAYOR POTENCIAL ACUÍCOLA EN EL PAÍS: SURESTE.
- SISTEMA DE CULTIVO COMERCIAL SUSTENTABLE.
- CENTRO DEMOSTRATIVO DE TECNOLOGÍAS DE VANGUARDIA EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN.
- CRECIMIENTO MODULAR RENTABLE.
- INCORPORA CONCEPTOS DE BIOSEGURIDAD:
  - CONTROL DE AGUAS RESIDUALES
  - CALIDAD TOTAL
  - SANIDAD PREVENTIVA
  - MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO AGUA
  - DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

## MODELO PROPUESTO



## MODELO: LAY - OUT



## MODELO: SISTEMAS DE AIREACIÓN



## MODELO: ANÁLISIS COMPARATIVO

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	PROD. KGS	TALLA GRS	& ORG/M <sub>3</sub>	DÍAS DE CULTIVO	UTILIDAD EST. PESOS/M <sub>3</sub>
YUC. RACEWAYS	14,000	400	30	240	53
YUC. TINAS RURALES/AIREACIÓN	5,000	500	100	240	153
YUC. TINAS RURALES SIN AIREACIÓN	1,500	600	40	180	46
QROO. TINAS COMERCIALES	15,000	550	133	240	175
QROO. TINAS RURALES	5,000	550	100	240	153
<b>MODELO RECIRCULACIÓN</b>	<b>17,500</b>	<b>650</b>	<b>150</b>	<b>240</b>	<b>360</b>

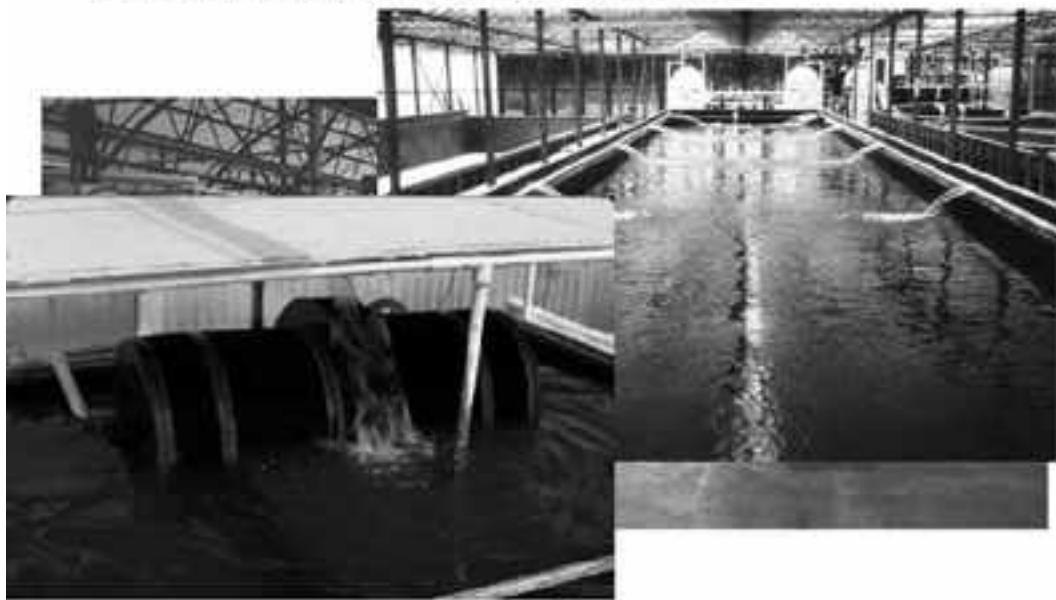
## ISRAEL



## FLORIDA: OCEAN BOY



## UNIVERSIDAD DE ARIZONA





# PRODUCCIÓN Y MERCADO INTERNACIONAL DE TILAPIA

DR. KEVIN FITZSIMMONS

INVESTIGADOR EN LA UNIVERSITY OF ARIZONA

PRESIDENTE DE LA AMERICAN TILAPIA ASSOCIATION

ARIZONA, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

kevfitz@ag.arizona.edu

## COMERCIO DE LA TILAPIA

- Por volumen, segundo luego de las carpas.
- Predicción: la tilapia se transformará en la cosecha de acuacultura más importante de este siglo.
- Cuenta con más potencial genético.
- Cuenta con variedad de sistemas de producción.

## DEMANDA DE MERCADO ESTABLECIDA

- Aceptada en muchos platillos nacionales de E.U.A.
- Popular en muchas presentaciones (viva, entera, filetes, fresca y congelada, ahumada, sashimi, frita, piel curtida).

## INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL

**ISTA (INTERNATIONAL SYMPOSIA ON TILAPIA IN AQUACULTURE), PRÓXIMAMENTE A SOSTENERSE EN MANILA, FILIPINAS, SEPTIEMBRE DE 2004.**



## PRINCIPALES PRODUCTORES DE TILAPIA (EN 2002)

País	Ton. Métricas/año
China	629,182 TM
México <sup>1</sup>	102,000 TM
Tailandia	100,000 TM
Filipinas	92,284 TM
Provincia de Taiwán	85,000 TM
Brasil	65,000 TM
Indonesia	50,000 TM

### PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN MÉXICO

- Existe producción en la mayoría de los estados de México.
- La mayor producción está en los estados sureños.
- Producción intensiva en el norte, granjas en lagos en el sur.
- Repoblación de reservorios.
- Existe problema con la falta de definición de las NU y de la FAO (no existe propiedad claramente definida).
- Existe la policultura de tilapia y camarón en aguas marinas (UJAT y CIAD).

### MERCADOS EN MÉXICO

- Mercados domésticos fuertes; congelados, en filetes en tiendas de autoservicio.
- Es sólo de consumo doméstico – probablemente se desarrollem mercados de exportación.

### PRODUCCIÓN Y MERCADOS DE TILAPIA EN BRASIL

- Existe producción en el sureste y noreste.
- Existe tilapia en el sureste para pesca libre y alimento.
- Se permiten cultivo en jaulas en reservorios del noreste.
- Existe industria de piel curtida de tilapia.
- Elevado interés cuántico con ISTA 5 en Río de Janeiro.
- Se desarrollan mercados de exportación.

---

<sup>1</sup> Nota aclaratoria de la DGIA: La producción oficial reportada para la especie es de 71,702 toneladas (Anuarios Estadísticos de Pesca 2000).

## PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN ECUADOR

- ⦿ Reemplaza al camarón debido a Mancha Blanca y enfermedades del camarón.
- ⦿ Hace uso de la infraestructura del camarón.
- ⦿ Exportando a los E.U.A. y la Comunidad Económica Europea.
- ⦿ Beneficios a la cultura camaronera con la policultura.

## PRODUCCIÓN DE 9,000 TONELADAS MÉTRICAS EN E.U.A.

- ⦿ Existe producción en muchos estados.
- ⦿ La mayoría son sistemas intensivos, muchos de ellos de recirculación.
- ⦿ Ventas a mercados étnicos como pescado vivo; alto valor.

## MERCADOS EN EXPANSIÓN

- ⦿ Control de calidad y aseguramientos.
- ⦿ Publicidad.
- ⦿ Reemplazo de producto.
- ⦿ Apoyos.
- ⦿ Nuevas recetas y formas de producto.

## CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTOS

- ⦿ Estándares nacionales.
- ⦿ HACCP (Hazard Analysis at Critical Control Points o Análisis de riesgos en puntos de control críticos).
- ⦿ Estándares de industria.
- ⦿ Estándares de compradores.
- ⦿ Otros (NGO's u Organismos No Gubernamentales).

## COLOCACIÓN DE PRODUCTO

- ⦿ "Saving Faith" (programa televisivo donde se menciona la tilapia).
- ⦿ Murder mystery (programa televisivo donde se menciona la tilapia).
- ⦿ programa televisivo en el que un detective prepara una elegante cena con tilapia para seducir una hermosa rubia.

## TENDENCIAS DE LA OFERTA Y DEMANDA INTERNACIONAL / E.U.A.

- ⦿ Oferta de filetes primariamente originaria de China, sureste de Asia, Ecuador y América Central.
- ⦿ La demanda de peces vivos necesita expandirse más allá de los mercados asiáticos.
- ⦿ Con los rápidos aumentos de la oferta, la demanda debe incrementarse por lo menos tan rápidamente para mantener los precios.

## PRINCIPALES PRODUCTORES DE TILAPIA EN EL COMERCIO INTERNACIONAL

País	Productores
China	entero congelado, filetes IQF
Ecuador	filetes frescos
Prov. de Taiwán	entero, IQF, sashimi
América Central	filetes frescos
Indonesia	filetes IQF
Tailandia	filetes IQF

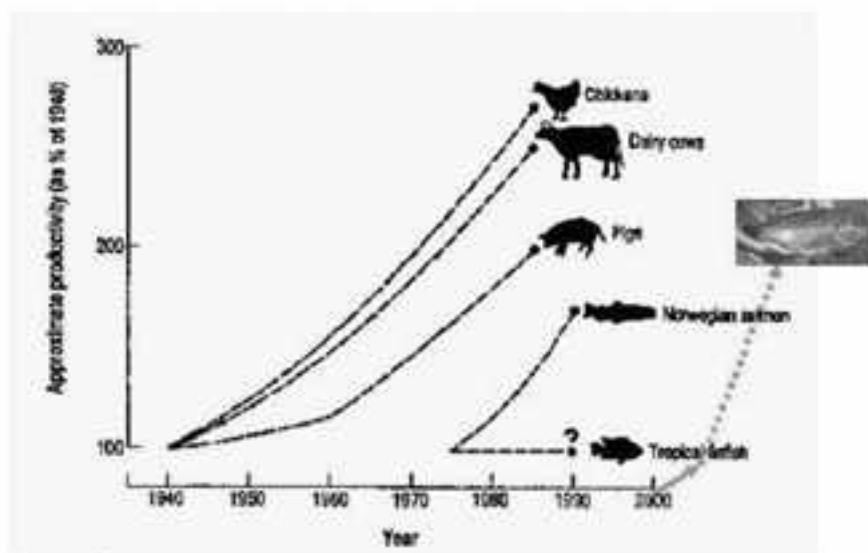
## TENDENCIAS ACTUALES DEL MERCADO INTERNACIONAL

- ⌚ Incremento de la demanda para todas las formas de tilapia.
- ⌚ El aumento de la demanda será la mayor para los filetes frescos.
- ⌚ Los precios han sido constantes durante varios años y se mantendrán estables; no aumentarán con la inflación.

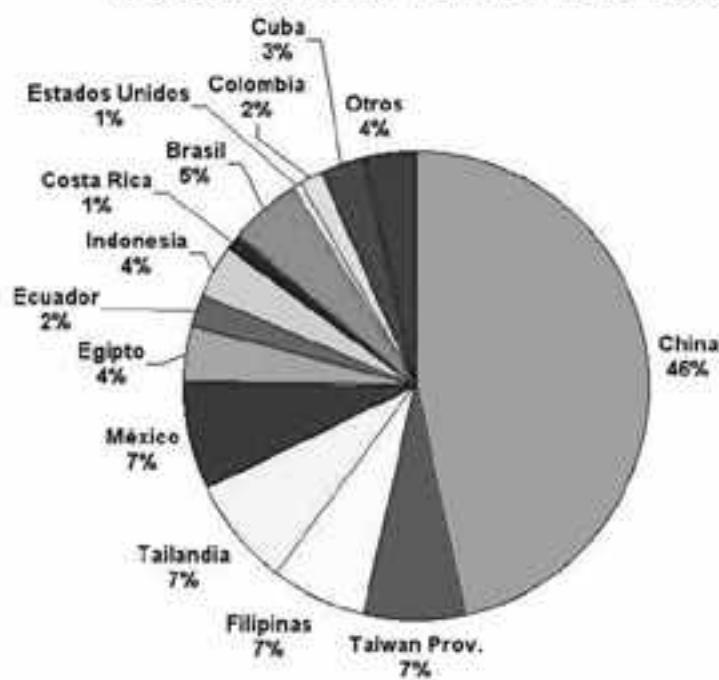
## CAMBIOS Y PRONÓSTICOS

- ⌚ Se dará una intensificación en virtualmente todos los países.
- ⌚ La producción será de 75% *Oreochromis niloticus*, 20% cepas de tilapia roja, *O. aureus* y *O. mossambicus*, principalmente por hibridación.
- ⌚ La producción será de 50% estanques intensivos, 25% jaulas, 10% sistemas intensivos de recirculación.
- ⌚ La producción estadounidense aumentará lentamente, intensificando los métodos actuales de producción.
- ⌚ Se dará una intensificación virtualmente en todos los países.
- ⌚ Las mercancías realizadas con piel curtida de tilapia se volverán una contribución significativa al rendimiento financiero.
- ⌚ El procesamiento y “valor agregado” se intensificará en los países productores.
- ⌚ La policultura con camarón se volverá algo común en la mayoría de las áreas de cultivo del camarón (lo que se practica ya en Tailandia, Filipinas, México, E.U.A., Perú y Eritrea).
- ⌚ La producción mundial de tilapia llegará a las 1,500,000 toneladas métricas en 2003 y será de 2,000,000 de toneladas métricas para 2010.

## MEJORA GENÉTICA EN TILAPIAS



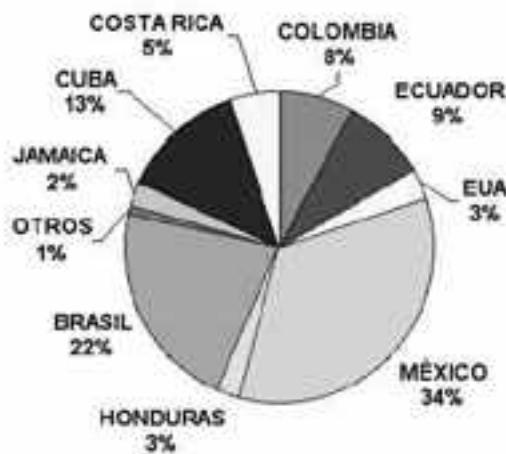
## PRODUCCIÓN MUNDIAL DE TILAPIA EN EL 2002

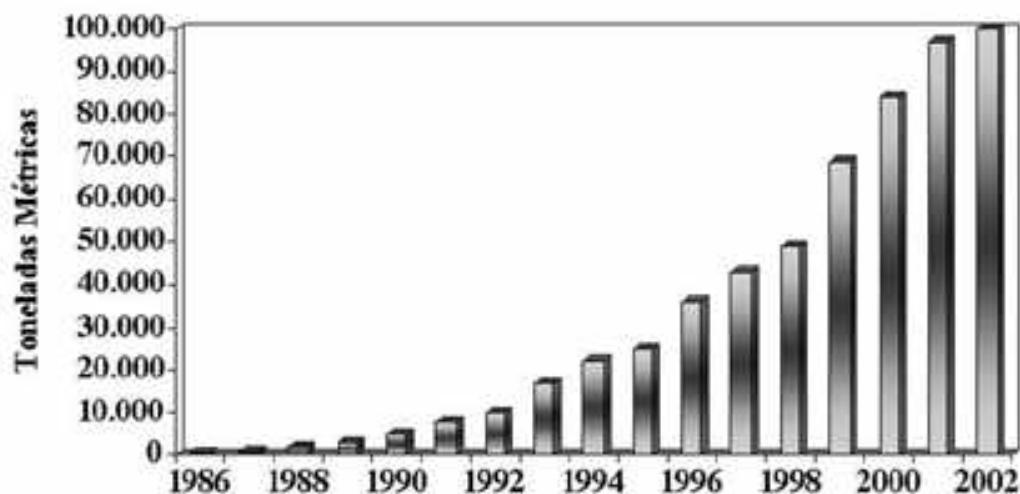


## Producción de Tilapia en las Américas

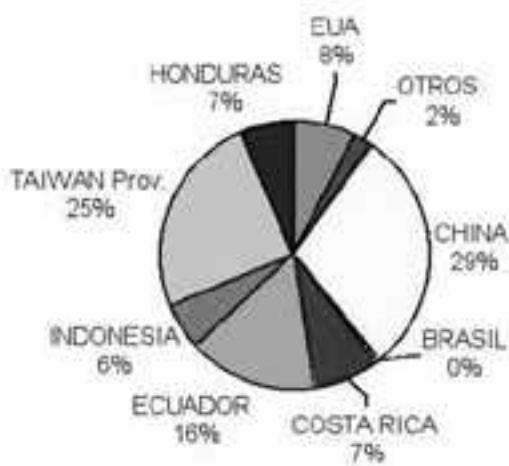


### Producción de Tilapia en las Américas 2002 (por volumen)



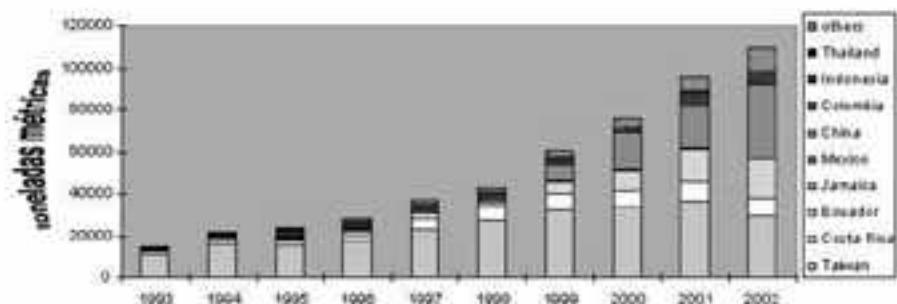


### Oferta de Tilapia en Estados Unidos 259,723,000 lbs (peso en vivo)

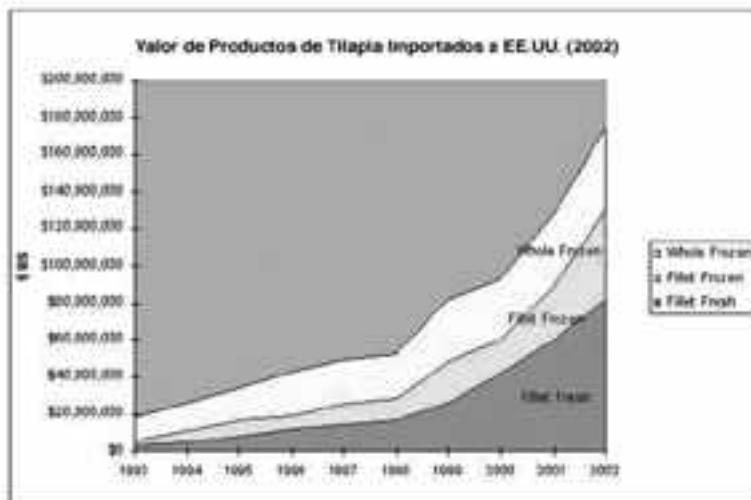


## Importaciones de Tilapia en EE.UU. 1993-2002

Fuentes de Tilapia Importada a EE.UU.



**\$ 174, 215, 165 (2002)**



## PRECIOS HABITUALES PARA PRODUCTOS DE TILAPIA VENDIDOS EN LOS EE.UU. (Feb. 2003.)

	Pie de Bordo/Precio US\$/kg	Mayoreo US\$/kg	Menudeo US\$/kg
Pez Entero Vivo	2.20 - 6.60	2.80 - 7.50	4.00 - 10.00
Pescado Entero Congelada	1.10 - 2.00	2.00 - 2.35	2.20 - 5.00
Pescado Entero Fresco	2.30 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 9.00
Filete Fresco	5.00 - 7.00	6.00 - 8.00	8.00 - 12.00
Filete Congelado	4.80 - 6.75	5.50 - 7.80	7.00 - 11.50

## México - 102,000 TM

Granja de Tilapia y Camarón en Sonora



Granja de Tilapia con  
Estanques en Tamaulipas



**Brasil - 65,000 TM**



### Producción de Tilapia en Ecuador e infecciones virales del camarón





**Producción de Tilapia en estanques  
al aire libre con camarón en estanques cubiertos**

**Costa Rica - 15,000 TM**

**Estanques de Acuacorporación en  
Cañas, Costa Rica**



## **Tanques de Cultivo Intensivo, EE.UU.**



**Tanques en Arizona**

**Tanques en California**



## **Estanques y Jaulas en EE.UU.**



## Sistema "Raceway"

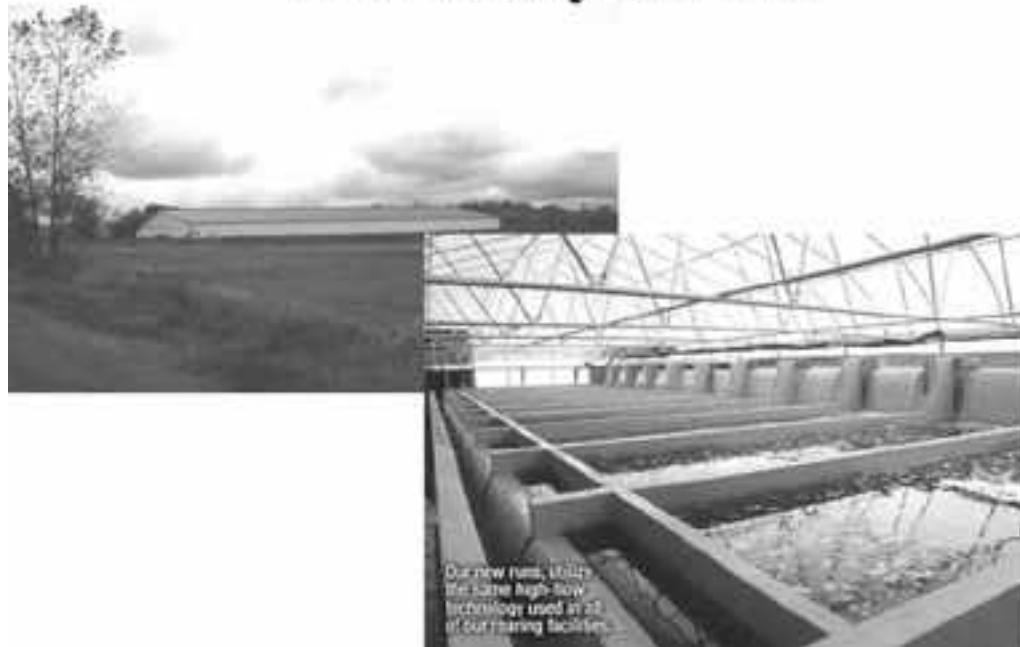
raceways Intensivo



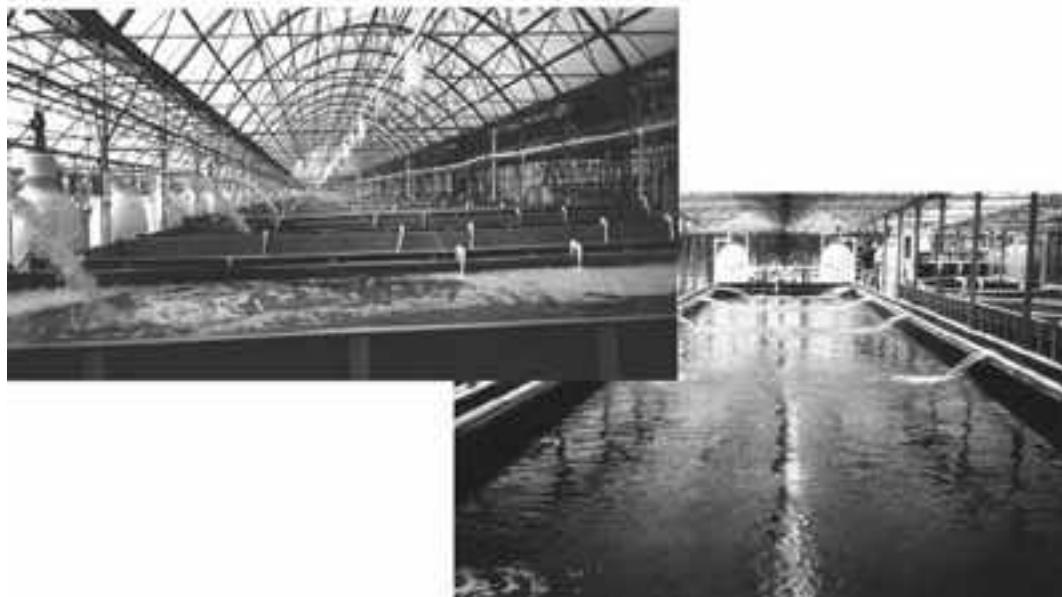
raceways Extensivos



## Granjas Intensivas en New York y en Iowa



## Granjas Intensivas en Illinois y en Louisiana



## Publicidad



## Venta Directa





## SASHIMI



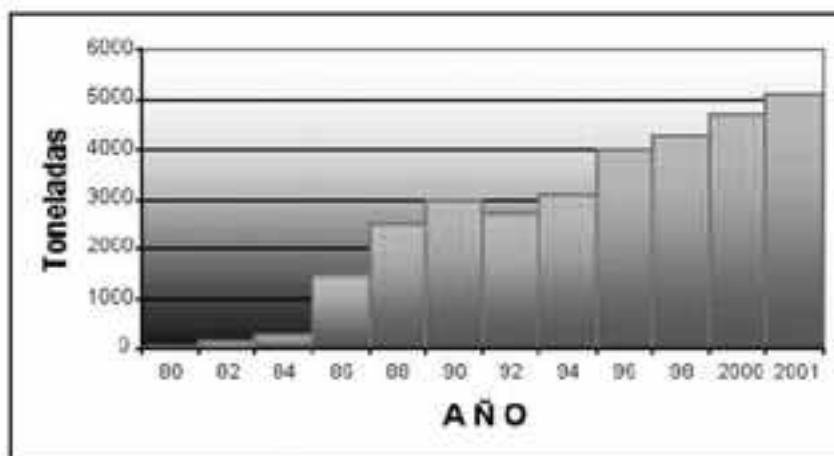
### Policultivo de Tilapia-Camarón





## Jaula Flotante

Jamaica - 5,200 mt  
Producción de Tilapia 1980-2001



# GENÉTICA DE PIES DE CRÍA EN ACUACULTURA: UNA REVISIÓN QUE CONTIENE LINEAMIENTOS GENERALES PARA CRIADEROS

Dr. ROGER W. DOYLE  
GENETIC COMPUTATION LIMITED  
HALIFAX NS, CANADÁ  
rdoyle@genecomp.com

## RESUMEN

Este seminario, preparado para biólogos que no son especialistas en genética, explica e ilustra algunas de las maneras en las que ocurren los cambios genéticos en cepas de alevinos (pies de cría de peces) en la acuacultura. Igualmente, incluye lineamientos para criaderos en el control de efectos aleatorios (genética, desviaciones, reproducción cerrada) y la selección direccional (domesticación inversa). Se presentan ejemplos de domesticación, selección y de reproducción cerrada, incluyendo una población de laboratorio de *Gammarus lawrencianus*, el langostino de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* en Tailandia y el cultivo de carpas de India. La biología de los animales acuáticos, con frecuencia los estimula a responder a la selección con una rapidez sorprendente. Se presentan e ilustran varios modos de selección artificial de la especie de tilapia *Oreochromis niloticus* y varias especies de camarón penaeid. Hasta ahora, la selección sencilla de masa y la selección dentro de la misma familia han sido más efectivas que la selección por familias y la selección indexada sofisticada, probablemente debido a que la fuerte competencia entre individuos viola las suposiciones clave de la genética cuantitativa clásica. Se explican e ilustran los procedimientos de administración de criaderos que tienen por consecuencia desviaciones aleatorias y reproducción cerrada, con ejemplos relacionados con cultivo de tilapias en Malawi, cultivos de *Pagurus major* en Japón y *Penaeus stylirostris* en Tahití. Los animales acuáticos, hablando en general, son altamente apropiados para la selección asistida con marcadores y a la transgenésis, aunque lineamientos apropiados para estos procedimientos todavía no pueden especificarse.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento de referencia, escrito para biólogos que no son especialistas en genética, explica e ilustra algunas de las maneras en que ocurren los cambios genéticos en cepas de crías en acuacultura. Estos cambios pueden ser tanto buenos como malos pero no se pueden evitar, incluso ni en criaderos que no realizan ninguna acción deliberada destinada a la mejora de sus pies de cría. En criaderos que cuentan con programas genéticos, también ocurren efectos secundarios no buscados. Se presentan estos y el documento incluye algunos lineamientos que podrían ayudar a los administradores de pies de crías en los esfuerzos por minimizar esos cambios (tales como desviaciones, reproducción cerrada y selección reversa), los cuales probablemente causen problemas si no se controlan.

Resultan cambios genéticos puramente aleatorios en pies de cría por el hecho de que la cantidad de reproductores, machos y hembras, que se utilizan en cada generación, es con frecuencia bastante pequeña, por lo que se pierden genes si ocurre que no están presentes en los individuos escogidos como reproductores. Este proceso aleatorio, llamado desviación genética, tiene con el tiempo como consecuencia una casi completa eliminación de diversidad genética. La duración necesaria para el logro de un término al fenómeno puede estimarse de varias formas, aunque sin importar cómo se calcule, las poblaciones de pies de cría más reducidas siempre estarán bajo mayor riesgo.

Otra consecuencia de los eventos aleatorios en pies de cría reducidos es que los reproductores macho y hembra se vuelven parientes unos con otros al paso de unas pocas generaciones. Este hecho se acumula con el paso del tiempo, paralelamente con la pérdida de diversidad genética. La crusa entre individuos de la misma familia produce crías de reproducción cerrada, las cuales con frecuencia muestran crecimiento menor, resistencia a enfermedades y fecundidad reducidas, especialmente en caso de estar bajo condiciones llenas de estrés. Una vez más, son las poblaciones más pequeñas las que están bajo más alto riesgo de reproducción cerrada y la depresión asociada con la reproducción cerrada.

Algunos cambios genéticos en pies de cría no son aleatorios pero son resultado de selección deliberada de reproductores en búsqueda de rasgos tales como resistencia a enfermedades y rápido crecimiento. Se puede hacer una selección intencional y dirigida, con variados grados de efectividad y sofisticación. En las siguientes páginas se revisan los principales modos de selección artificial y se anotan algunos de los inevitables efectos secundarios de la selección. De hecho, los cambios genéticos, tanto los aleatorios como los intencionales dirigidos, son el efecto secundario inevitable de *todas* las operaciones de criaderos y manipulación de pies de cría, incluso (o especialmente) en aquellos casos en los que menor atención se le presta a la genética. El primer ejemplo que se presenta a continuación es un caso de una selección no intencional pero dirigida, la cual tuvo como consecuencia irse por el camino erróneo – un caso de domesticación reversa.

## SELECCIÓN DE DOMESTICACIÓN (SELECCIÓN ACCIDENTAL DE REPRODUCTORES)

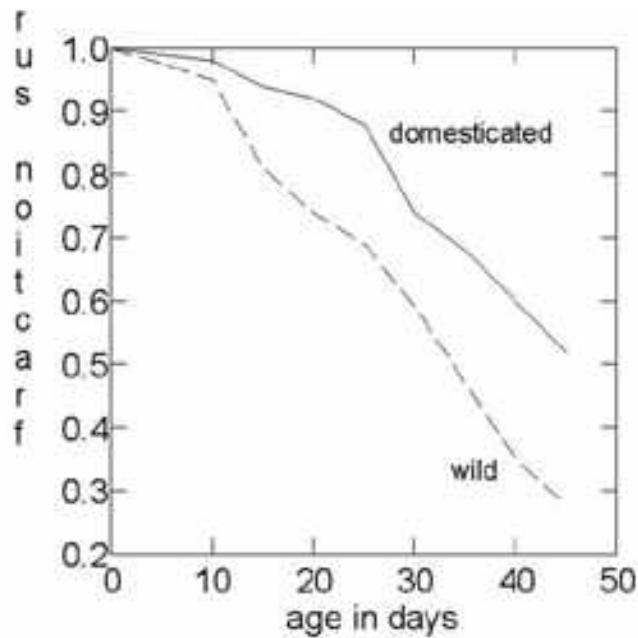
*Macrobrachium rosenbergii*. La cosecha selectiva reduce el crecimiento en la acuacultura tailandesa.

A principios de la década de 1980, granjeros en Tailandia que cultivaban el langostino de agua dulce gigante *Macrobrachium rosenbergii* se quejaron de que sus cosechas declinaban con cada año que pasaba. La explicación no fue difícil de encontrar (Doyle, Singholka y Nex, 1983). Los granjeros habitualmente sembraban un estanque con animales post larvales y comenzaban la cosecha de los animales de mayor tamaño unos cuatro meses más tarde. Para atraparlos, se utilizaban redes verticales, reteniendo los de mayor tamaño y liberando a los más pequeños para que crecieran más. Más o menos un año después de haberse sembrado el estanque, se drenaba y las hembras preñadas, las cuales eran las de mayor tamaño *en esos momentos*, se dejaban parir las larvas para producir la próxima generación. Naturalmente, todas las hembras que habían sido de más rápido crecimiento habían sido ya sacadas anteriormente. Al igual que sucedió en el ejemplo de *G. lawrencianus* que se presenta a continuación, los machos de *M. rosenbergii* de mayor tamaño se apareaban con las hembras de mayor tamaño igualmente, por lo que se ejercía entonces una selección accidental en ambos sexos (una negativa, en este caso). Este es uno de los casos en que los procedimientos de cosecha indujeron unos cambios genéticos direccionales que eran opuestos a los intereses económicos de los granjeros.

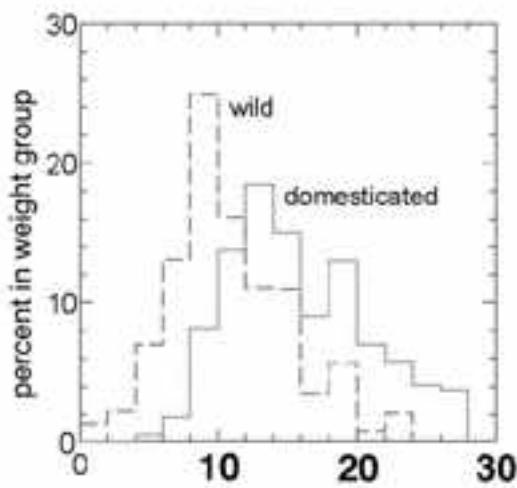
*Gammarus lawrencianus*: Domesticación por medio de cosecha no selectiva.

Hace muchos años, el autor estableció un modelo de población de acuacultura utilizando una especie de anfibio de estuarios parecido a una pulga de mar, la *Gammarus lawrencianus* (Doyle y Hunte 1980; Doyle y Hunte 1981). Bajo condiciones de temperatura ambiental, este pequeño crustáceo empieza a reproducirse aproximadamente cuando tiene tres semanas de edad. Los procedimientos simulando un criadero fueron muy sencillos: *todos* los animales de los acuarios eran cosechados cada mes y se tomaba una muestra *aleatoria* de hembras preñadas de esta cosecha con el fin de iniciar la siguiente generación. Se resaltan las palabras “*todos*” y “*aleatoria*” porque son clave para la comprensión de los cambios genéticos que resultaron.

Después de 20 generaciones de domesticación, la tasa de supervivencia había aumentado (Fig. 1), al igual que había subido el peso promedio individual a la edad de cosecha, 45 días (Fig. 2). Combinando estas dos variables, el rendimiento de biomasa al momento de la cosecha se había incrementado aproximadamente en 300%.



**Fig. 1.** Curvas de supervivencia de una población de laboratorio de *Gammarus lawrencianus*. La cepa domesticada (línea sólida) permaneció en el laboratorio 22 generaciones. La cepa salvaje (línea punteada) estuvo en el laboratorio 2 generaciones.



**Fig 2.** Distribución de peso de una población de laboratorio de *Gammarus lawrencianus* a los 45 días (mismas poblaciones que en Fig. 1.)

Desde la perspectiva de la acuacultura, estos cambios son benéficos. Llegaron a suceder a pesar de que no se realizó una selección deliberada para estimular la tasa de crecimiento o de supervivencia. Sin embargo, la selección para estimular la supervivencia fue inevitable porque la mortandad era bastante elevada y los animales utilizados en el arranque del experimento eran genéticamente variables en su habilidad para sobrevivir en acuarios. El resultado fue una adaptación genética a las condiciones del laboratorio – auténtica domesticación. La selección para estimular el crecimiento también fue ineludible porque la fecundidad está correlacionada con el tamaño en las hembras de *G. lawrencianus*, como es el caso en *M. rossengerii*. Además, la cosecha simultánea y completa de todos los animales y la selección aleatoria de los reproductores, aseguró que las hembras de más rápido crecimiento contribuyeron proporcionalmente con más retoños en la siguiente generación. Lo que es más, los machos de mayor tamaño se acoplan de preferencia con las hembras de mayor tamaño en esta especie (Hunte, Myers y Doyle, 1985), de tal manera que la cosecha simultánea ejerció una selección positiva direccional de tamaño en ambos sexos.

#### *Labeo rohito*: Domesticación reversa de carpas de India cultivada.

En un experimento de crecimiento recientemente descrito (Reddy et al., 2002), un grupo de granja de *Labeo rohito*, el cual había sido cultivado durante varias décadas en acuacultura comercial, fue comparada con cinco grupos de peces salvajes bajo condiciones de monocultivo y policultivo en India. El grupo doméstico, con larga historia de acuacultura, dio resultados peores que cualquiera de los grupos salvajes en ambos ambientes. La probable explicación, como afirman los autores, es la larga historia de reproducción cerrada y la selección incidental negativa en pies de cría de India. Lo que parecía haber salido mal, como lo analizaron anteriormente en detalle en (Eknath y Doyle, 1985), es análogo a la situación detectada en el *Macrobrachium* en Tailandia. La compleja secuencia de operaciones de granja de la selección de pies de cría, reproducción y crecimiento hasta la madurez, se combinaron de manera desafortunada: se seleccionaron los reproductores de crecimiento más lento y de maduración más tardía.

#### *Menidia menidia*: La cosecha selectiva causa cambios genéticos en rendimientos.

Otro experimento que demuestra los efectos genéticos direccionalmente de la cosecha orientada por el tamaño de los animales, fue descrita por (Conover y Munch, 2002). El experimento consistía en poblaciones de laboratorio de *Menidia menidia* (costado plateado del Atlántico), peces que fueron “cosechados” selectivamente durante cuatro años en el laboratorio. En uno de los pares de poblaciones se sacaron selectivamente los animales de mayor tamaño, como en el caso de los *Macrobrachium* tailandeses. En otro par de poblaciones, todos los peces, excepto el 10%, fueron cosechados. En el tercer par de poblaciones, la cosecha fue aleatoria respecto del tamaño de peces, como en el caso del experimento con *G. lawrencianus*. Naturalmente, esto representa un modelo de domesticación, así como un modelo de una piscifactoría y los peces respondieron de la manera que se esperaba. Cuando sólo los peces pequeños fueron dejados para reproducirse, el “rendimiento” bajó cada vez más, a medida que las generaciones pasaban. Cuando los peces de mayor tamaño se dejaron para reproducirse, el rendimiento aumentaba. Efectos similares también se han podido observar en poblaciones salvajes que se pescaron selectivamente, por ejemplo, lo descrito en (Haugen y Vøllestad, 2001).

Otros ejemplos de selección para domesticación favorable y desfavorable. Las razas de la carpa común europea y china han evolucionado con marcadas diferencias en su habilidad para evitar la captura en redes, probablemente debido a las diferencias existentes en el método tradicional de cosechar pies de cría en ambas regiones (Moav, Hulata y Wohlfarth, 1975; Moav y Wohlfarth 1970). Una población de laboratorio de la mosca casera *Musca domestica*, la cual fue cosechada en su totalidad siendo muy joven, perdió sus condiciones óptimas en sus rasgos, los cuales se detectaron únicamente después de la cosecha (Bryant y Reed, 1999). Los autores causaron el relajamiento de la selección genética en aquellos genes que afectan las condiciones óptimas físicas más adelante en la vida al matar todas las moscas jóvenes. Este experimento es similar al realizado con *G. lawrencianus*, experimento dirigido a seleccionar un rasgo – crecimiento rápido – y que se expresó antes de la cosecha. La fecundidad de animales maduros declina drásticamente después de pasar algunas generaciones bajo este tratamiento. Esto tiene relevancia para las prácticas en criaderos porque cuando se reduce la selección natural al mejorar el ambiente o al igualar los tamaños de familias, es posible que se dé una rápida reducción en las condiciones óptimas físicas de los animales, comparado con condiciones naturales (Lepage et al. 2000; Olla, Davis y Ryer 1998; Price 1984; Ruzzante 1993). El efecto es un resultado direccional de selección, no un proceso aleatorio, y es independiente del tamaño de la población.

### **Lineamientos de operación para criaderos: selección para domesticación.**

1. *La selección de reproductores futuros debe ser ya sea positiva o aleatoria respecto de los rasgos de interés (por ejemplo, tamaño a cierta edad). Las operaciones normales de criaderos pueden ejercer una selección sobre potenciales reproductores en cada una de las fases en el ciclo de vida, desde el estado larval, pasando por el estado juvenil, la madurez, la crusa y la reproducción.*

### **Selección artificial (selección intencional de reproductores).**

Las aplicaciones comerciales de la selección artificial y otros programas de mejora genética en la acuacultura fueron revisados a fondo por (Haluta, 2001). Es impresión del autor que la selección artificial en acuacultura no ha sido ni cercanamente lo exitosa que se había esperado y no es por falta de intentarlo. Los programas menos exitosos han sido los más sofisticados, por ejemplo, aquellos en los que los reproductores se eligieron con base en alguna combinación de sus fenotipos individuales y los fenotipos de sus descendientes (selección combinada) o bien, con base en índices que hacen uso de toda la información disponible acerca de los individuos y sus parientes (selección indexada). Tales métodos hacen uso de estimados de la heredabilidad o algún parámetro similar al nivel de población, como complemento esencial de procedimientos estadísticos.

## El frecuente fracaso de la selección indexada y de la selección combinada

Únicamente en dos ocasiones se ha informado de una selección indexada exitosa, en salmón (Hershberger 1989; O'Flynn, Bailey y Friars 1999). Las respuestas a la selecciones logradas en esos experimentos sin embargo, no fueron lo que los autores habían predicho con base en sus estimados de heredabilidad. Los resultados de la selección de algunos de los más sofisticados, de los de mayor duración y mejor publicitados programas en salmón y tilapia, *nunca* fueron publicados en la bibliografía científica más revisada por sus colegas. Los proyectos de selección que mejor han funcionado en acuacultura, hasta ahora han estado basados en diseños más sencillos, tales como la selección masiva y la selección dentro de una misma familia.

No está del todo claro qué es lo que no funcionó con la selección indexada, diseñada e implementada siguiendo líneas clásicas. Una de las posibilidades es que, como ahora lo sabemos, la arquitectura genética de rasgos cuantitativos es muy diferente de las suposiciones realizadas cuando se calculan los índices. La base genética de la variación en rasgos cuantitativos, probablemente involucra unos pocos genes que tienen efectos muy extensos y varios genes que tienen pequeños efectos (Orr, 1999), contrariamente a las suposiciones del “modelo infinitésimo”, del cual se derivan habitualmente los estimados clásicos de la heredabilidad.

Una explicación más probable, específica para la acuacultura, está representada por la dificultad estadística que se causa por la competencia existente entre peces individuales en la unidad experimental (tanque, jaula o estanque). Estas dificultades pueden tener efectos drásticos tanto en el estimado de parámetros genéticos como en el resultado de los programas de selección. El efecto de la competencia en la tasa de variación de crecimiento en la acuacultura ha sido conocido desde hace mucho tiempo (Doyle y Talbot 1986; Jobling y Wandvik 1983; Moav y Wohlfarth 1974; Purdom 1974). Los estimados de parámetros, como la heredabilidad y las correlaciones genéticas, se ven distorsionadas porque los términos de error individuales en los análisis estadísticos no son independientes, como se suponen que son en los modelos estadísticos lineales utilizados para estimar la heredabilidad por medio del análisis de las varianzas (Hamblin y Rosielle, 1978; Mazer y Schick, 1991). Por ejemplo, el alimento que un animal ingiere no está disponible ya para otros; individuos de pequeño tamaño quizás intimiden a otros incluso cuando el alimento es abundante, etc.

(Moav y Wohlfarth, 1974) señalaron que en la carpa común las diferencias no genéticas de tamaño, debidas a una diferencia en edad de *un día* se magnifican por la competencia y pueden dominar el resultado de un programa de selección. La competencia se vería exacerbada por una alimentación restringida pero es posible que a finales de cuentas cree un problema insoluble con el uso de modelos genéticos clásicos y procedimientos de estimación, incluso cuando los peces se alimentan *ad libitum*. El hecho poco afortunado es que aproximadamente el 99.9% de los análisis genéticos de acuacultura ignoran la competencia, a pesar del hecho de que tiene un efecto no genético de mayor importancia en la variabilidad de la tasa de crecimiento. Naturalmente, existen excepciones, incluyendo el trabajo de Moav y sus colegas citados anteriormente. Una reciente excepción es el trabajo realizado por (Brichette, Reyero y García, 2001), relacionado con el crecimiento competitivo de mejillones en charolas.

Los programas de selección artificial exitosos en acuacultura son aquellos en los que los efectos de la competencia no analizada se minimizan. El problema puede desaparecer a medida que la selección continúa a lo largo de más generaciones e incorpora información tomada de más parientes que engloban a más generaciones. Puesto que el efecto de la competencia en índices y en la selección combinada no ha sido bien estudiado matemáticamente, no sabemos si debemos tener esperanza de lograr ese efecto benéfico o no. Información derivada de marcadores del ADN, en principio pueden utilizarse para generar la estructura de pedigrí requerida, una que se extienda a varias generaciones (Fig. 3). No obstante, hasta ahora no han sido publicados experimentos de selección de múltiples generaciones basados en marcadores de pedigrí. Se han producido simulaciones de ganancia genética basada en pedigrí de ADN, aunque aun se ignoran las interacciones competitivas y se basan en el modelo infinitesimal de la arquitectura genética.

### **Selección masiva**

La selección masiva con mucho ha sido el procedimiento de selección artificial más utilizado en acuacultura (Hulata, 2001). El estudio de Hulata presenta ocasiones de selección masiva exitosas en muchas especies que se acuacultan. No obstante, incluso en tilapias el procedimiento tiene éxito ocasionalmente (Sánchez et al., 1995) y algunas otras veces no tiene (Teichert-Coddington y Smitherman, 1988), (Hulata, Wohlfarth y Halevy, 1986). Las razones que fundamentan los ocasionales fracasos de selecciones masivas bien conducidas en acuacultura, todavía no se han comprendido completamente.

Sin embargo, es seguro que los criaderos que adoptan un enfoque de “cría al de mayor tamaño” en sus programas de selección para tamaño, pronto se topan con problemas prácticos derivados de las variaciones en los tiempos de reproducción y las condiciones específicas de los reproductores. Los animales de mayor tamaño quizás tengan una edad superior y no tanto porque hayan crecido más rápido y, como se mencionó antes, tengan entonces esta ventaja de tamaño inicial no genética, magnificada por la competencia, a tal grado que la selección se vuelve sin efectos. El problema de la competencia puede reducirse al graduarse los retoños en estanques a un tamaño uniforme, en un momento de su crecimiento tempranero, un procedimiento que se ha dado en llamar “colimación” (Doyle y Talbot, 1986). La colimación ha sido uno de los componentes de varios programas de selección exitosos con tilapias (Basiao y Doyle, 1999; Bolívar y Newkirk, 2002; Brzeski y Doyle, 1995; Jarimopas, 1990).

#### *Penaeus japonicus*

(Hetzell et al., 1999) describió un experimento en el que se produjeron dos líneas de reproductores, una seleccionada masivamente para alto peso de animal y la otra para bajo peso. La respuesta directa a esta selección fue una ganancia de peso de 8.3% en los descendientes de la línea para peso mayor, a la misma edad. La línea de peso menor perdió alrededor de 13% de peso. Los autores concluyen que la tasa de crecimiento con heredabilidad lograda en la selección masiva, sólo es moderada, aunque los grandes tamaños de familias y de variabilidad fenotípica (oportunidad para selección), deberían permitir una mejora rápida de grupos de crianza.

### *Penaeus stylirostris*

(Goyard et al., 2002) también mostraron que los programas de selección masiva pueden producir ganancias genéticas en tasa de crecimiento útiles en el camarón. Las intensidades de selección, las que cubren un rango de entre 4 y 18%, no fueron especialmente elevadas. A pesar de este defecto potencial, el programa tuvo como resultado un aumento de 21% en la tasa de crecimiento al llegar a la quinta generación, con una heredabilidad realizada de 1.1.

### **Selección dentro de una misma familia**

En la selección pura dentro de una misma familia, se seleccionan como progenitores futuros los animales de mayor tamaño de cada familia (habitualmente, descendiente de pura sangre) (Hill, Caballero y Dempfle, 1996). Se ignoran las diferencias promedio entre familias. Debido a que las especies de acuacultura producen descendientes numerosos, las intensidades de selección dentro de una misma familia pueden ser elevadas. Las familias no tienen por qué ser cruzadas todas al mismo tiempo. Los efectos de competencia causadas por las diferencias de edad desaparecen tanto de los análisis estadísticos como del ambiente biológico. La cantidad de líneas familiares no tiene por qué ser particularmente abundante – cualquier cantidad superior a veinte limitará la reproducción cerrada a un nivel aceptable si todas contribuyen con una cantidad similar de descendientes en la próxima generación. Estas características hacen que tenga ventajas la selección dentro de una misma familia en acuacultura, como lo menciona (Uraiwan y Doyle, 1986). No obstante, las familias deberán mantenerse separadas en este procedimiento, ya sea físicamente en estanques separados o “virtualmente” utilizando marcadores de ADN para la identificación de familias.

### *Oreochromis niloticus*

(Bolivar y Newkirk, 2002) describieron un experimento de selección dentro de una misma familia con tilapias, el cual también incluyó la colimación. Los autores reportan que “se obtuvo un estimado de heredabilidad realizada de 0.14, basado en la regresión de valores promedio de producción de descendientes en diferenciales cumulativos de selección después de 12 generaciones”. La selección dentro de una misma familia permitió intensidades de selección elevadas de alrededor del 2%. El resultado fue que el tamaño de peces a las 16 semanas fue más del doble después de 12 generaciones en un ambiente de crecimiento en Filipinas.

### **La selección dentro de una misma familia en cultivo masivo utilizando marcadores (walk-back)**

La selección se realiza dentro de una misma familia por medio de este sencillo protocolo (llamado “walk-back”) (Doyle y Herbinger, 1994), el cual maximiza el tamaño efectivo de la población y logra intensidades de selección elevadas debido al amplio campo de fecundidad. Los descendientes se gradúan al momento de la selección. El descendiente de mayor tamaño se selecciona para volverse uno de los padres de la siguiente generación. Luego, se examina el segundo mayor descendiente y también se añade al pie de cría si los alelos marcadores de ADN muestran que vienen de una familia diferente del primero mayor descendiente. De otra forma, se descarta. Se analiza el tercer mayor descendiente y se acepta como pie de cría si no es un hermano de los dos primeros. Este procedimiento se repite hasta que se obtiene una cantidad suficiente de progenitores

seleccionados, cada uno de una familia de padres diferentes. El beneficio potencial de este procedimiento, comparado con la selección ordinaria dentro de una misma familia, es que las familias no tienen que ser criadas por separado, al menos no hasta que por su tamaño se puedan diferenciar por marcas físicas.

### **Selección por familia**

En la selección por familia (más acertadamente llamada “selección entre familias”), se seleccionan familias completas con base en los valores promedio de todos los miembros de la familia. En la selección por familia pura, los individuos realmente utilizados como progenitores, serían seleccionados aleatoriamente dentro del conjunto de la familia (dos por familia), pero en la práctica ningún criador puede, o debiera, resistirse a seleccionar los mejores individuos de una familia. El resultado final es una selección combinada informal con asignación de promedios de peso a la familia y a las desviaciones de individuos con base en los promedios de la familia.

El componente entre familias de la selección por familia siempre es débil porque es muy costoso criar una gran cantidad de familias separadas hasta que se puedan marcar físicamente. Igualmente, también se estima pobemente debido a los efectos no genéticos, ambientales, que afectan a los miembros de una familia. Algunos de estos efectos causan que familias enteras difieran por razones no genéticas (por ejemplo, bajas densidades, mejores estanques, fecha de nacimiento más temprana). Algunos de los efectos causan que familias enteras sean similares por razones no genéticas (por ejemplo, limitando el crecimiento de todas las familias al alimentarlas a la misma tasa de alimentación).

La intensidad de la selección quizás pueda aumentarse al utilizar más familias si están todas colocadas juntas en un estanque común y se utilizan marcadores de ADN para diferenciarlas, con ello ahorrándose el costo de mantenimiento de varios estanques. (Cunningham et al., 2001; Fishback et al., 2002). Sin embargo, aparecerán entonces nuevos problemas porque las familias que están juntas interactuarán con otras familias y las diferencias no genéticas en tamaño promedio pueden magnificarse quizás por la competencia. La idea de que los animales que están en un mismo estanque están sometidos a las mismas experiencias es una ilusión; una familia que se añada al estanque en el último día de nacimiento tendrá un tamaño promedio menor que una familia añadida el primer día y por lo tanto, estará en posición desventajosa en la competencia. Igualmente, se encontrará relativamente subnutrida si la alimentación al estanque se realiza a la tasa que se determina por el tamaño de la tasa metabólica específica de peso del promedio de todas las familias que lo habitan.

Desde el punto de vista del autor, las diferencias promedio entre familias de padres totalmente relacionados son prácticamente insignificantes en el contexto genético. El único uso válido para la selección por familia en una especie de acuacultura es si se busca resaltar un rasgo que no puede medirse directamente en el individuo elegido para volverse un progenitor. En la práctica, esto probablemente limita su utilidad para la selección para resistencia a las enfermedades cuando se usan pruebas de retos para identificar a familias superiores y se utilizan descendientes no sometidos al reto en otras pruebas y/o como progenitores seleccionados, por ejemplo (Argue et al., 2002; Henryon et al., 2002; Oliver et al., 2000; Sarder et al., 2001). Un ejemplo es el experimento de:

### *Penaeus vannamei*

Dos líneas de *P. vannamei* que se seleccionaron en el Oceanic Institute en Hawái, produjeron resultados muy interesantes. La tasa de crecimiento de la línea seleccionada masivamente para crecimiento, aumentó dramáticamente en una generación (21%, dando una heredabilidad realizada estimada de 1.0). La supervivencia de la línea seleccionada por familia para enfatizar la supervivencia a una exposición de prueba al virus del Síndrome de Taura, aumentó en 7 puntos porcentuales (con un valor original de partida de 18%), pero la tasa de crecimiento de esta línea declinó alrededor de 5%. De manera similar, la supervivencia en la línea seleccionada para crecimiento fue ligeramente, pero no significativamente, inferior a la del control.

Este experimento confiere peso científico a la evidencia anecdótica de que el crecimiento y la supervivencia (ante un reto de virus del Síndrome de Taura o STV), responden ambos bien a la selección, aunque aparentemente se da una correlación genética negativa entre estos dos rasgos. Una correlación similar fue recientemente demostrada en trucha arcoiris (Henryon et al., 2002).

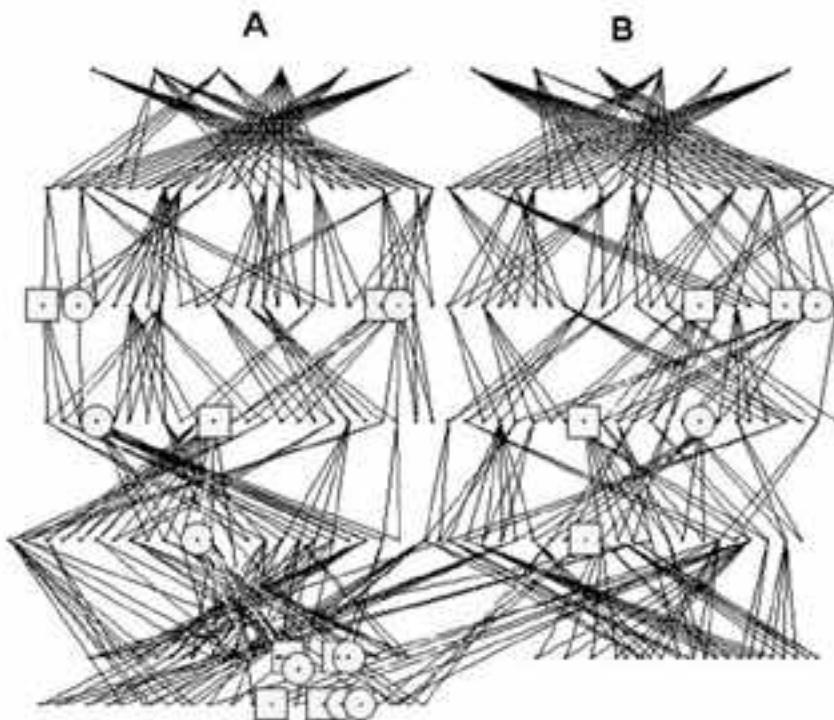
### **La selección en poblaciones totalmente con pedigrí utilizando el “modelo animal”**

Muchos procedimientos estadísticos que potencialmente son útiles en acuacultura fueron desarrollados por genetistas cuantitativos. Estos procedimientos se agrupan de forma general bajo el encabezado de “modelo animal” porque cada animal individual en el juego de datos está representado por una ecuación lineal especificadora de modelo separada. Sofisticados procedimientos matemáticos para el manejo de gigantescas matrices permiten que se evalúen simultáneamente estas ecuaciones en computadoras personales. Una base de datos con 200,000 individuos se considera un tamaño moderado en la crianza de animales.

Una de las oportunidades ofrecidas por estas técnicas es que los animales pueden seleccionarse según rasgos que ellos mismos no expresan. Por ejemplo, los machos pueden seleccionarse por su fecundidad con base en los rendimientos de sus parientes hembras. Quizás de mayor importancia es que los animales que viven en un ambiente libre de enfermedades, puedan seleccionarse para resistencia a las enfermedades con base en la supervivencia de sus parientes en un ambiente bajo exposición – una generalización de la selección por familia. Esto se ilustra en el pedigrí mostrado en la Fig. 3, en donde el subgrupo A crece en un ambiente expuesto a un patógeno y el subgrupo B está creciendo en un ambiente libre de este patógeno. En cada uno de estos subgrupos se busca la selección por supervivencia y crecimiento, utilizando datos tomados de parientes de ambos subgrupos.

En esto están implicados dos tipos de procedimientos relacionados, el BLUP (best linear unbiased predictor o mejor predictor lineal sin desviaciones) para estimar los valores de crianza individuales de los animales y el REML (restricted estimate maximum likelihood o probabilidad máxima estimada restringida) para estimar parámetros al nivel de población tales como varianzas y covarianzas genéticas, tendencias genéticas al largo plazo y efectos fijos, tales como ambiente de granja. El artículo elaborado por (Bolívar y Newkirk, 2002), citado anteriormente, es un ejemplo del empleo del modelo animal para analizar los resultados de una selección dentro de una misma familia de tilapia, aunque el modelo animal no fue utilizado en el procedimiento de selección mismo.

Registros de pedigree detallados deben mantenerse para utilizar estos procedimientos y es probable que los marcadores de ADN no sean el medio más efectivo en costos para realizarlo. El efecto de la competencia y otros efectos no incluidos en el modelo en estas técnicas se desconoce.



**Fig. 3.** Pedigrí parcial de un pie de cría de acuacultura comercial criado en dos ambientes durante 6 generaciones. Algunos de los reproductores fundadores G0 se encuentran en la parte superior del esquema y sus descendientes G5 están en la parte de la base. Algunas transferencias de una sola vía de machos se dieron desde el subgrupo B al subgrupo A. Se muestran en forma de bloques sombreados cuatro generaciones de parientes de un único individuo G5 en el subgrupo A.

#### **Lineamientos de operación para criaderos: selección artificial**

2. *La selección masiva algunas veces funciona y en otras no. La clave del éxito quizás sea imponer una uniformidad de tamaño casi perfecta al inicio del desarrollo de crecimiento, de tal manera que las diferencias genéticas no se magnifiquen por la competencia.*

3. *La selección dentro de una misma familia es efectiva y relativamente barata y fácil de organizar.*

4. La selección por familia debería usarse únicamente cuando se busca la selección para resistencia a enfermedades en un pie de cría que por sí mismo no puede ser expuesto a la enfermedad. Todos los demás usos de la selección por familia en acuacultura son ineficientes.

5. La selección combinada y de índice que usa métodos de identificación clásicos es complicada, cara y nunca funciona como se publicita.

6. Los resultados de la selección combinada y de índice utilizando procedimientos estadísticos conocidos como modelo animal y marcadores de ADN para identificar familias no han sido publicados todavía. Pueden ser eficientes por costos si se presta suficiente cuidado para minimizar los efectos de la competencia y algunas otras variaciones en las suposiciones estadísticas.

### **Reproducción cerrada, desviaciones y pérdida de diversidad en pies de cría.**

Las personas involucradas en la acuacultura saben que los pies de cría que se dejan sin atención se deteriorarán debido a pérdida de diversidad genética, la acumulación de depresiones de reproducción cerrada y desviaciones aleatorias de los objetivos de la selección. Los criaderos deben hacer lo más que pueden para minimizar estos efectos, los cuales son el resultado de poblaciones de reproductores demasiado pequeñas. La cantidad de pies de cría reproducidos recomendada en cada generación en criaderos ha estado guiada por el concepto de cantidad de población efectiva,  $Ne$ , el cual representa un edificio teórico cuando se aplica a una población que ha disfrutado de un tamaño constante y una estructura demográfica durante varias generaciones (ver [Tave, 1993; Tave, 1995] para conocer las definiciones y fórmulas). La cantidad de población efectiva proporciona un lineamiento atractivo para los criaderos porque sugiere que la pérdida de diversidad genética es inversamente proporcional al tamaño de algún tipo de población, concretamente uno que pierde diversidad únicamente por el muestreo aleatorio de gametos en cada generación. La estrategia implicada, por ejemplo, la maximización de  $Ne$  se recomienda mucho para administradores de criaderos y de hecho, se adopta siempre que sea posible reducir la reproducción cerrada y las desviaciones genéticas.

La regla a ojo de buen cubero en la crianza animal es que los principales componentes de condición física óptima (supervivencia, habilidad para cruzar, fecundidad, etc.) decrecerán aproximadamente 10% con cada aumento de 0.1 del coeficiente de reproducción cerrada bajo condiciones controladas. No existe razón para pensar que el camarón penaeid pueda ser excepción a los efectos negativos de la reproducción cerrada. En *P. stylirostris* el promedio de disminución de la tasa de crecimiento se observó estar un poco más alto que esto (Bierne et al., 2000). Bajo las condiciones llenas de estrés de la acuacultura intensiva, los efectos de la reproducción cerrada pueden esperarse que sean peores que en un ambiente de laboratorio y, probablemente, que en el ambiente natural.

Los rasgos relacionados con la condición física optima (en acuacultura serían crecimiento, supervivencia y fertilidad) han demostrado tener una reducción mayor que otros rasgos (forma, color, etc.). (DeRose y Roff, 1999) vuelven a analizar datos tomados de muchos documentos publicados y demuestran grandes cantidades de varianza dominante en rasgos de condición física óptima. Quizás para cuando los acuaculturistas empiecen a tomar nota de las anomalías en desarrollo, las cuales asignarán a la reproducción cerrada, es posible que ya pierdan mucha más producción debida a mortandad y lento crecimiento de lo que realizan.

### **Limitación a la reproducción cerrada al largo plazo**

En pies de cría de tamaño constante, la selección y procedimientos de crusa deben asegurar que por lo menos un descendiente macho y uno hembra sobrevivirá para reproducir la siguiente generación de cada par de reproductores. En este caso, el tamaño de población efectivo teóricamente es casi del doble de la cantidad de reproductores (Wright, 1938) (ver presentación en Falconer y Mackay, 1996, a partir de página 68). Inevitablemente, algo de reproducción cerrada sucede en todos los programas de crianza y sus efectos depresivos pueden acumularse rápidamente cuando se utilizan relativamente pocos reproductores. Esto puede ocurrir deliberadamente cuando se ejerce una fuerte selección para mejora genética o incidentalmente, cuando el éxito de crusa y reproducción varía entre los reproductores individuales.

Un tamaño de población efectivo de aproximadamente 100 parejas (mínimo 25), limitará la tasa de acumulación de reproducción cerrada a niveles de menos de 0.5% por generación. La acumulación incluso será más lenta si sucede al mismo tiempo una fuerte selección respecto de componentes principales tales como crecimiento y supervivencia para contrarrestar la acumulación de alelos deletéreos. Igualar la contribución de cada reproductor a la siguiente generación producirá el máximo, o cercanamente al máximo, de tamaño de población efectiva para cualquier cantidad de reproductores especificados.

### **Limitaciones de reproducción cerrada al corto plazo**

Cuando se cruzan descendientes totalmente emparentados, se puede esperar que sus descendientes muestren depresión derivada de la reproducción cerrada. Sin embargo, si sobrevive el descendiente de reproducción cerrada y consigue cruzarse con pareja no relacionada como pariente, el nivel de reproducción cerrada que se puede esperar es meramente el nivel promedio actual en la población tomada como un todo. Las cruzas entre parientes cercanos deben impedirse (por ejemplo, arreglando que se den cruzas racionales entre familias [Kincaid, 1977]) debido a la reducida condición física óptima de sus descendientes inmediatos. No obstante, evitar las cruzas consanguíneas al largo plazo tiene muy poco efecto en la acumulación de la reproducción cerrada.

## **La selección masiva y la selección de domesticación**

La fecundidad de las especies de acuacultura es tan elevada y variable, que la cantidad de parientes que contribuyen con descendientes a la siguiente generación, es notablemente pequeña. En algunas carpas de India de gran tamaño, cultivadas en granjas, se encontró que la cantidad efectiva de reproductores era sólo de alrededor de 5 (Eknath y Doyle, 1990). Las prácticas de criaderos anotadas antes y que contribuyen a la dificultad de la selección masiva y de familia, también contribuyen a los defectos por reproducción cerrada y desviaciones, con sus predecibles consecuencias al largo plazo (Reddy et al., 2002). La reproducción asíncrona, la competencia dependiente del tamaño, la correlación entre machos y hembras, la selección incidental y artificial, son todos eventos que tienden a volver menor la cantidad real de reproductores – aquellos que contribuyen a crear la siguiente generación – que la cantidad de los mismos con que se inició el programa. Las medidas que se implementaron para aumentar la sincronía de la reproducción también tienden a reducir el tamaño efectivo de población, potencialmente al punto en donde la acumulación de efectos negativos de la reproducción cerrada puede compensar más que la ganancia genética anticipada. Ya antes se mencionaron algunas maneras sencillas para evitar este problema en criaderos, tal como la selección dentro de una misma familia o la colimación.

Los efectos de la reproducción cerrada pueden acumularse rápidamente en pies de cría de criaderos, ya sea que se “poden” deliberadamente los reproductores de calidad inferior o superior, comparados con los seleccionados como reproductores. La pérdida de diversidad genética probablemente también ocurría rápidamente (ver, por ejemplo, a [Dupont-Nivet et al., 2001]) si no se toman medidas para controlarla (Caballero y Toro, 2000; Fernández y Caballero, 2001). (Villanueva, Bijma y Wooliams, 2000) analizan comparativamente las ventajas y desventajas entre la reproducción cerrada y la selección, en especies que, al igual que con muchas especies de acuacultura, son sujetas de la selección en pequeños pies de cría con generaciones que se traslanan. Los efectos negativos de la reproducción cerrada pueden restringirse al aumentar la cantidad de padres y/o incrementando los intervalos entre generaciones (selección de parentesco mínimo), lo que ayudará también (Caballero, Santiago y Torov 1996; Fernández y Caballero 2001; Sonesson y Meuwissen, 2002; Wang, 1997).

## **La selección por familias**

En la selección combinada se da una sustitución incómoda entre la intensidad de selección y la reproducción cerrada. La intensidad de operaciones y los costos financieros limitan la cantidad de familias que pueden crecer simultáneamente hasta que tienen el tamaño suficiente para identificar los individuos y colocarlos en un tanque o estanque común. En la práctica, entre doscientos y trescientas familias parece ser lo más que se puede lograr. La intensidad de selección se ve maximizada al elegir la menor cantidad de familias (aquellas que tienen el valor promedio más elevado) como reproductoras. Sin embargo, los efectos negativos de la reproducción cerrada y la desviación genética se ven minimizados con cuantas más familias se crían juntas. Es difícil conseguir una intensidad de selección mayor al 10% sin que se creen problemas por reproducción cerrada. La elección entre aceptar lo menos malo entre la reproducción cerrada (y su correspondiente pérdida de diversidad) y la intensidad de selección, es otra razón para evitar la selección por familias, si es que es posible.

## **La selección dentro de una misma familia**

La selección dentro de una misma familia, como se describe anteriormente, o sea, escogiendo el mayor macho y la mayor hembra de cada familia (selección SWF: [Hill, 1996]), es un procedimiento efectivo para costos financieros en la acuacultura porque se eliminan artefactos de competencia y se aprovecha los tamaños muy grandes de familias dentro de la selección (Uraiwan y Doyle, 1986). La acumulación de aspectos negativos durante la selección dentro de una misma familia es el mínimo que se puede conseguir con pies de cría de cualquier tamaño especificado y es aproximadamente el mismo al que se obtiene en un criadero que recurre a la igualación de tamaños de familia sin selección artificial (Falconer y Mackay, 1996).

## **La selección en pies de cría con pedigrí completo**

Cuando la selección se basa en la selección combinada o de índices estimados derivados del modelo animal (BLUP o mejor predictor lineal sin desviaciones), la tasa de efectos negativos de la reproducción cerrada aumentan porque se le asigna un elevado valor a la información del peso de cada familia (Hill, 1996; Bijma y Woolliams, 2000). Esto sugiere que la selección por índice o la BLUP quizás puedan ser algo peligrosas respecto de la reproducción cerrada, a menos de que se preste una atención especial al problema. (Bijma y Woolliams, 2000) comentan que en la selección BLUP, al contrario de lo que sucede con la selección aleatoria, en la que la acumulación derivada de la reproducción cerrada se redujo a menos de la mitad cuando la cantidad de progenitores fue duplicada y en casos específicos, llega a *aumentar* por la influencia del aumento de la cantidad de progenitores.

## **El éxito reproductivo desigual en la selección masiva y de domesticación**

La cantidad de población efectiva,  $Ne$ , es la cantidad de reproductores que, si se cruzan de forma aleatoria y produciendo descendientes con una distribución de Poisson que tenga promedio de 2, perdería diversidad genética y acumularía efectos negativos de la reproducción cerrada a la misma tasa que el pie de cría real. Cuando el pie de cría es constante, que el criadero no está haciéndose de mayor o menor extensión, la cantidad promedio de descendientes por progenitor en realidad es de dos. No obstante, la variación del éxito reproductivo puede ser mayor o menor que la de Poisson. Habitualmente, es mayor, lo que aumenta la tasa de efectos negativos de la reproducción cerrada.

Si la variación reproductiva es cero – todos los reproductores contribuyen en la misma medida, como sucede en la selección dentro de una misma familia – la cantidad de reproductores efectiva es aproximadamente el doble de la cantidad real. Esto reduce los efectos negativos de la reproducción cerrada y las desviaciones genéticas muy cerca de su mínimo práctico en instalaciones de acuacultura de un tamaño determinado. Cuando el éxito obtenido con animales de acuacultura no es controlado, la variación entonces es considerablemente mayor que la de Poisson, como se ilustra en el ejemplo de *Pagurus major* de más adelante.

Las estimaciones de la cantidad de población efectiva que se necesita para mantener los efectos negativos de la reproducción cerrada a un nivel aceptable, varían entre 20 y 500 (Tave, 1993, Pág. 198). Desde el punto de vista del autor, con 25 parejas de reproductores por generación se obtiene un tamaño de población mínimo aceptable para acuacultura, a condición de que se siga estrictamente la regla de familias de un tamaño igual. Después de pasar 10 generaciones, la acumulación de efectos negativos por reproducción cerrada se proyecta a alrededor de 5%, lo que es algo menos que los efectos negativos por reproducción cerrada generados por una sola generación de cruzas entre primos de primer grado.

#### *Pagurus major*. Éxito reproductivo desigual durante reproducción libre

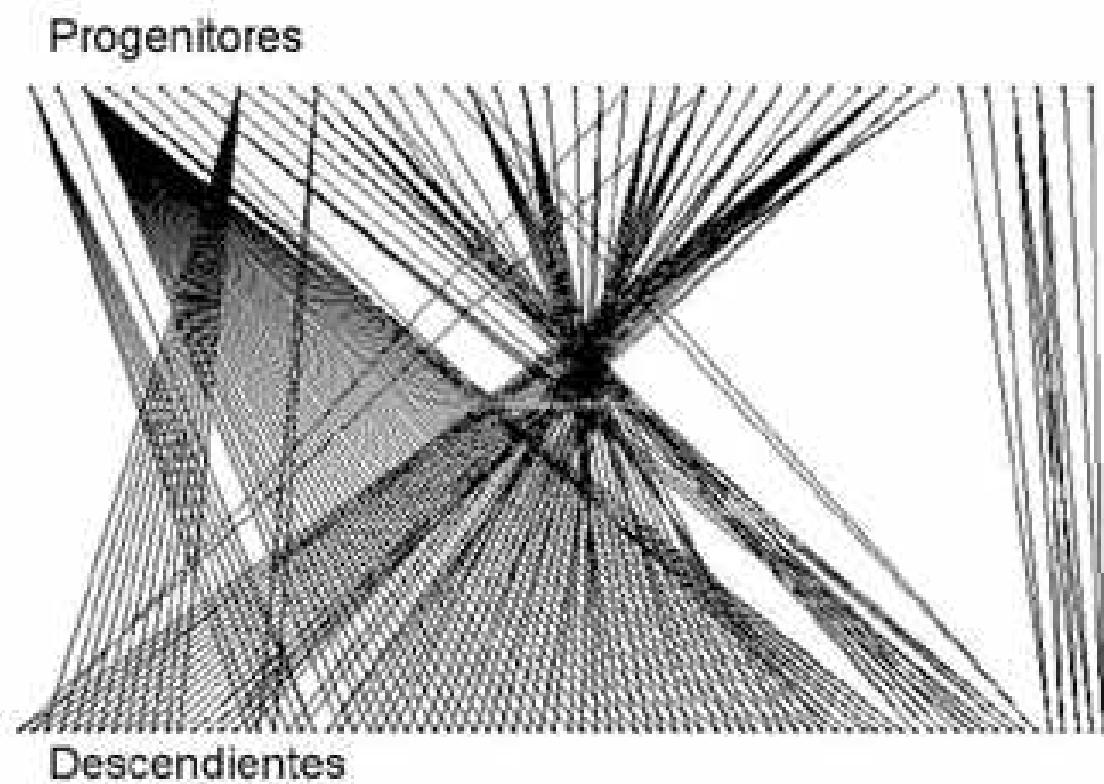
La brema del Mar Rojo, *Pagurus major*, es un valioso recurso pesquero que en Japón fue introducido en un programa de criadero que funciona desde 1962. Se reunieron datos genéticos durante un estudio experimental (Perez-Enriquez, Takagi y Taniguchi, 1999) que investigó la posible pérdida de diversidad genética en el programa de introducción. Se distribuyeron en dos tanques reproductores un total de 248 progenitores capturados en el mar, en donde ocurrió la cría aleatoria con una tasa de sexo de 1:1. Datos captados por un microsatélite en 4 a 5 locaciones permitió la asignación de los descendientes a familias con plena consanguinidad y media consanguinidad. En la Fig. 4 se muestran los pedigree de 82 descendientes elegidos al azar en uno de los tanques. Algunos progenitores contribuyeron con muchos más descendientes que otros. La variación en la cantidad de descendientes que tuvieron los 42 miembros de parejas de progenitores fue de 14.4, comparado con las expectativas de Poisson de 0.9. Este tipo de desigualdad en reproducción es típica de las poblaciones acuáticas que se dejan cruzar al azar (como es el caso en ostras, [Boundry et al., 2002]), en el salmón (Vespoor, 1988). El resultado es un tamaño de población disminuido y aumento de efectos negativos de la reproducción cerrada y desviaciones genéticas.

#### *Oreochromis shiranus*. Desviación genética en acuacultura de Malawi

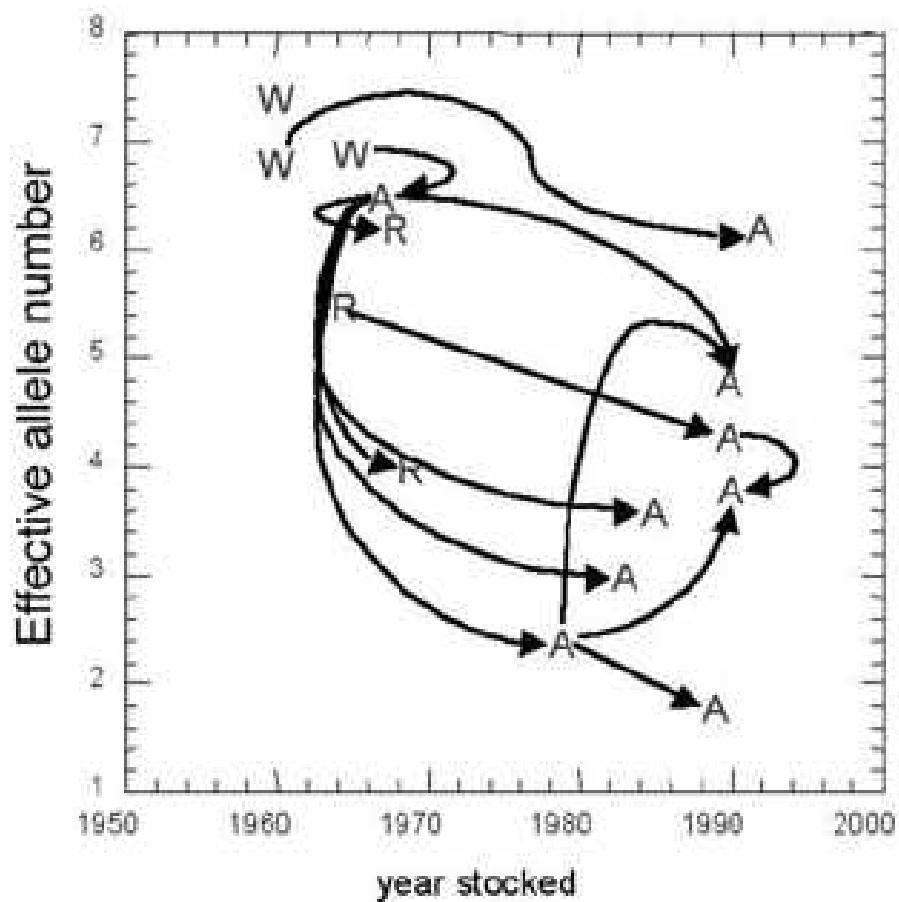
La especie endémica de tilapia *Oreochromis shiranus* desde tiempos inmemoriales se ha cultivado en Malawi. En poblaciones de acuacultura de esta especie existe una fuerte correlación entre la distancia genética y una matriz de transferencias de pies de cría recordadas entre las granjas de acuacultivo, estaciones de piscicultura y reservorios (Ambali, Doyle y Cook, 1999) La Fig. 5 muestra que existe una relación inversa entre la diversidad de microsatélite y la duración de permanencia de una población domesticada en una granja en particular. La reducción en la variación genética se explica por los efectos de muestreo durante la producción de nuevas generaciones en granjas de pequeño tamaño y la repoblación de nuevas granjas con pies de cría provenientes de granjas más antiguas. Al término de cada ciclo de crecimiento, antes de cosecha, los granjeros seleccionan una pequeña cantidad de peces pequeños, los cuales almacenan en un único estanque durante tres meses, antes de iniciar el siguiente ciclo de crecimiento para cosechar. La situación en Malawi es típica de los países en vías de desarrollo, en donde se le presta muy poca atención a la genética en los desarrollos acuaculturales, a pesar de la fuerte conciencia que existe respecto de otros aspectos de la conservación de la biodiversidad. La tendencia en la Fig. 5 sugiere que la diversidad genética habrá desaparecido completamente en la *O. shiranus* alrededor del año 2005. Naturalmente, mucho antes de que tal cosa se permita, los pies de cría habrán muerto por causa de los efectos negativos de la reproducción cerrada y la acción de lo que se ha llamado el vórtice de extinción (Gilpin y Soule, 1986).

### *Penaeus stylirostris*: Desviaciones genéticas y efectos negativos de la reproducción cerrada en poblaciones cultivadas

Una población de *P. stylirostris* se propagó en una población cerrada en Tahití durante 22 generaciones, las 5 últimas en dos subpoblaciones separadas (Bierne et al., 2000). Aparecieron significativas variaciones en la frecuencia de alelos promedio entre las subpoblaciones, como resultado de desviaciones genéticas. La heterocigotisidad microsatelital de camarones individuales fue positivamente correlacionada con sus tasas de crecimiento. Se cree que ambos fenómenos genéticos son causados por el pequeño tamaño efectivo de los pies de cría. Los autores interpretan la correlación entre la heterocigotisidad y el crecimiento como un indicador de la depresión de los efectos negativos de la reproducción cerrada, más que el efecto directo del marcador de localización microsatelital 3 dinucleótido o de localizadores conectados con ellos. La depresión promedio asociada con una de las localizaciones en este caso, está por encima o es equivalente a la cantidad observada en un aumento del 10% de efectos negativos de la reproducción cerrada en otras especies.



**Fig. 4.** Pedigríes de bremas del Mar Rojo cruzados al azar (hilera superior) y sus descendientes (hilera inferior). Datos tomados de Perez-Enriquez, Takagi y Taniguchi 1999.



**Fig. 5.** Transferencias de pies de cría registradas de *Oreochromis shiranus* en Malawi desde que la especie fue domesticada. “W” = poblaciones salvajes. “R” = reservorios. “A” = granjas de acuacultivo. La cantidad efectiva de alelos es una medida de la diversidad genética (localizaciones microsatelitales). Datos tomados de Ambali, Doyle y Cook, (1999).

### Lineamientos de operación para criaderos: efectos negativos de la reproducción cerrada y desviación genética

Aplican los siguientes lineamientos, ya sea que exista o no un programa de selección artificial.

7. *Cada par de progenitores debe contribuir con la misma cantidad de descendientes para la próxima generación – exactamente dos si la población mantiene el mismo tamaño.*

8. Deben existir por lo menos 25 pares de reproductores producidos en familias de pura sangre totalmente diferentes por generación, una cantidad mayor si no se sigue rigurosamente la regla de familias de igual tamaño.

9. *Las cruzas entre hermanos de sangre debe evitarse debido a la mala condición física de sus descendientes inmediatos, no porque tenga mucho efecto en la tasa de efectos negativos por reproducción cerrada en el largo plazo.*

10. *Cuando se inicia un pie de cría nuevo, la cantidad mínima de fundación también es de 25 parejas si se sabe que no tienen parentesco. Si no es el caso, la cantidad de fundadores del pie de cría debe ser mayor.*

## **Ingeniería genética y transgénica**

Una gran parte del alboroto existente en la genética de acuacultura – al igual que en todas las otras áreas de la genética – está en la transgénica y en la ingeniería genética. Este alboroto está totalmente justificado por la rapidez de los progresos técnicos, la introducción de construcciones genéticas extrañas en un huésped, en la identificación de genes candidato y en senderos metabólicos objetivo para la transgénica, además del crecimiento espectacular de organismos genéticamente modificados.

### **Modificación genética de la tasa de crecimiento**

La inserción de genes de la hormona de crecimiento incrementó las tasas de crecimiento en muchas especies de peces. Se reportan crecimientos de cuadruplicación, sin efectos secundarios, en salmones (Devlin et al., 1994) y aumentos de 2.5 a 4 veces en tamaño en tilapias (Rahman et al., 2001). Las secuencias de codificación utilizadas en transgénica algunas veces fueron exógenas (con uso de hormona del crecimiento humanas o de bovinos) y algunas otras aisladas de la especie huésped pero dividida para transferirla a una región de control exógena y no transcrita para enfatizar la expresión del gen (Devlin et al., 1995; Martínez et al., 2000).

Los proyectos de bioingeniería con hormona del crecimiento en acuacultura se han estado realizando desde hace más de una década (Fischetti, 1991) y ya tuvieron como resultado la concesión de patentes (anónimo, 2000), como la concedida a A/F Protein Ltd. En el procedimiento A/FP se divide un gen de la hormona del crecimiento para incluirla en una secuencia promotora extraña (de otro pez, la anguila de mar), lo que causa el transgénico a escribir la hormona del crecimiento en el hígado. A diferencia del gen huésped, el cual se expresa sólo durante un corto tiempo en la glándula pituitaria, el transgen continuamente es activado en el hígado por el promotor específico del hígado huésped. El salmón alcanza un tamaño de 8 libras en aproximadamente 1.5 años. Estos pies de cría de salmón del Atlántico están listos para la producción comercial y sólo falta la aprobación de las autoridades para producirlos. El artículo de revisión de (Hulata, 2001) presenta el estado actual de la transgénica de la tasa de crecimiento para acuacultura con bastante detalle.

La ansiedad pública que se ha dado respecto del uso de organismos modificados genéticamente (GMO por sus siglas en inglés) en alimentos, hace que sea imposible predecir cuándo las especies transgénicas entrarán en producción comercial. Es el punto de vista de la mayoría de los genetistas que la aceptación será muy lenta (Hulata, 2001), en parte porque el público no parece ver nada benéfico en la tecnología, la que minimizaría los riesgos que se perciben. En el caso de la agricultura es muy posible que éste sea el caso, por lo menos en países en vías de desarrollo. Los GMO desarrollados hasta el momento han sido el maíz, el frijol soya, etc., modificados para beneficio de las compañías de semillas, cultivadores y fabricantes de herbicidas, no los consumidores finales. (Charles, 2001, editorial de 1999) resume esta actitud con su título: "GM soybeans? Who needs them?" ("¿Y quién necesita frijol soya modificado genéticamente?"). La misma pregunta puede plantearse acerca de las especies de acuacultura genéticamente modificadas, las cuales, con pocas excepciones, se desarrollaron con la idea en mente de una producción incrementada.

Este desechar de los prospectos al corto plazo de los GMO quizás sea la expresión de un punto de vista parroquial. La necesidad de una tecnología de GMO en algunos países en vías de desarrollo en realidad es bastante obvia. Allí, la respuesta a la pregunta retórica de quién las necesita podría ser "prácticamente todos". (Trewayas, 1999), en un artículo, fundamenta muy bien el caso al afirmar que una nueva agricultura, de tecnología de modificación genética combinada con cultivos sustentables, es nuestra mejor o única esperanza para evitar una catástrofe ecológica. Si no utilizamos biotecnología, dice, vamos a acabar sin tierras para labrar y agua. Mientras el autor escribía el presente documento, el conflicto entre activistas del medio ambiente y gente pragmática que se muere de hambre en el tercer mundo, está causando muchos encabezados de diarios respecto de la Cumbre Mundial del Desarrollo Sustentable, realizado en agosto del 2002 en Johannesburgo. El Presidente de Zambia, Levy Mwanawasa (quien había declarado una emergencia alimentaria en su país tres meses antes), anunció que había detenido la distribución de 17 millones de kilos de maíz debido a que una parte de esas toneladas era genéticamente modificada. «Preferimos morir de hambre a comer algo que sea tóxico», dijo el Presidente, haciéndose voz del punto de vista antagonista a los GMO que tiene el mundo desarrollado (Wente, 2002). No todos los habitantes de Zambia estaban de acuerdo. Wente cita a un reportero del diario "Los Angeles Times", a quien un habitante de Zambia le comentó: "No nos importa si es venenoso, de todas maneras nos estamos muriendo". La presión pública para que se acepte la tecnología GMO que aumenta los rendimientos, quizás haga que las producciones de GMO se realicen mucho más pronto de lo que mucha gente cree. especialmente en las partes más pobres y ecológicamente bajo mayor estrés del mundo.

### **¿Existen limitaciones al crecimiento transgénico?**

Parece que el efecto en el crecimiento transgénico quizás esté fuertemente influenciado por los antecedentes genéticos del huésped. (Delvin et al., 2001) compararon el efecto de una hormona del crecimiento transgénica en trucha arcoiris salvaje de lento crecimiento,

con sus efectos en trucha arcoiris que tenía un largo historial de domesticación y selección para crecimiento rápido. Descubrieron que “la respuesta de crecimiento está fuertemente influenciada por la tasa de crecimiento intrínseco y el antecedente genético de la cepa huésped. La inserción de hormona del crecimiento transgénica en peces altamente domesticados, no necesariamente tendrá por resultado en una potenciación de mayor crecimiento”. El crecimiento del pez transgénico fue multiplicado por 17 (!), aunque de todas maneras no fue mayor que el logrado en la cepa de peces domesticados. La cepa de peces domesticados apenas si respondió algo al transgen. “Estos resultados indican que se pueden lograr alteraciones similares de la tasa de crecimiento, tanto por medio de la selección como por la transgénesis en la trucha arcoiris, pero los efectos no son adicionables.” Se pudieron observar anormalidades craneales en los peces transgénicos pero no en los animales domesticados, los cuales creían aproximadamente a la misma velocidad. Los autores sugieren que “la transgénesis puede afectar los senderos del crecimiento fuera del rango apoyado por los procesos homeostáticos que mantienen la morfología y viabilidad normal del pez.”

Los autores concluyen que “el efecto de introducir una construcción de gen de la hormona del crecimiento en peces con el fin de aumentar su tasa de crecimiento, parece ser dependiente del grado en el que se logró anteriormente el aumento por medio de la selección genética tradicional. Tales efectos probablemente serán específicos para diferentes especies, cepas y transgenes — en ratones selectos o en animales de granja domesticados y de rápido crecimiento por ejemplo, es probable que la transgénesis tenga pocos efectos en el crecimiento o puede inducir efectos patológicos, como hemos podido observarlo en salmones transgénicos.»

### **Modificaciones genéticas de otros rasgos**

Existen otras modificaciones genéticas que vuelven útiles a los GMO y que quizás también puedan conducir a una aceptación más acelerada de esta tecnología al nivel mundial. Las nuevas leyes europeas opuestas a los GMO prohíben el desarrollo de productos más nutritivos, con perfiles de menor cantidad de grasa, etc. Estas leyes potencialmente dañan a los consumidores, incluso en el Occidente desarrollado. Como es el caso en las tasas de crecimiento y rendimiento mejorados, la situación en los países en vías de desarrollo contiene más urgencias. Los proyectos de investigación con GMO (en agricultura) ya están realizándose, los cuales podrían ser muy benéficos para la gente común en los países en vías de desarrollo. Por ejemplo:

- \* Un arroz novedoso que contiene vitamina A (que no existe en el arroz común), el cual podría impedir que 14 millones de niños asiáticos por día pierdan parte de su visión ocular,
- \* Reducción del contenido de ciánidos en la cazabe, alimento base para 300 millones de personas en África,
- \* Reducción de toxinas fungales en el maíz y otras cosechas. La aflavotoxina que contienen algunos hongos es una de las principales causas de cáncer del hígado en África Occidental, en donde se presenta en cacahuates,

- \* Consecución de plántulas y plátanos resistentes a la pudrición y a los hongos. En países en donde estos alimentos son básicos, una gran parte de las cosechas se pierden por pudrición.

Quizás los genetistas de acuacultura deberían dirigir alguna parte de su atención a desarrollar GMO que podrían ser muy valiosos para el consumidor final, en vez de tan sólo para el productor. Un ejemplo es el de una cepa transgénica de *Oreochromis niloticus* que es portador de un gen de insulina operativo que codifica insulina "humana" (diferente de la insulina de la tilapia por 27 aminoácidos) (Wright y Pohajdak, 2001). El objetivo es utilizar la tilapia como una fuente de material para transplantes de tejido para el tratamiento de diabetes tipo II. El tejido productor de insulina tomado de la tilapia genéticamente modificada tiene un costo de producción marcadamente más bajo y probablemente, cuenta con un margen de seguridad relativa más elevada respecto de los donantes de transplantes xenogeneicos de mamíferos, los cuales habitualmente son cerdos.

### **Transgénicos y resistencia a las enfermedades**

La resistencia a las enfermedades es de interés particular en la genética de acuacultura de camarones. Esto se ve reflejado en el enfoque de proyectos que se llevan adelante en ingeniería genética. Las técnicas estándar de inserción de genes extraños ha sido difícil de aplicar a camarones porque los embriones de *Panaeus*, por ejemplo, son expulsados por la madre en una fase relativamente avanzada. Los huevos recientemente fertilizados esencialmente no están disponibles en la fase apropiada para una microinyección o electro perforación. Recientemente, se desarrolló un novedoso y promisorio vector de inserción con retrovirus para camarones (Sarmasik et al., 2001), el cual parece haber resuelto este problema. Se ha logrado por lo menos hasta la tercera generación la integración, expresión y transmisión de un transgen en langostino.

Algunos de los transgenes más prometedores para la resistencia a las enfermedades son genes que contienen en su código moléculas de lectina. Las lectinas son pequeños péptidos (secuencias de aminoácidos) que suman al azúcar moléculas expuestas en la superficie de las membranas celulares. Después de agregarse, algunos tipos de lectinas desintegran la bicapa de fosfolípidos de la membrana, matando las células. "Peptidos líticos" de este tipo se están comprobando como potentes toxinas para un amplio rango de patógenos bacteriales, fungales y protozoarios. Se ha invertido mucho trabajo en la producción de plantas y ratones transgénicos que expresen niveles aumentados de lectinas como seres que contienen de nacimiento fungicidas, bactericidas e insecticidas. Los experimentos transgénicos en acuacultura se han concentrado en el cecropin-B, un péptido antimicrobrial con aproximadamente 35 aminoácidos, el cual se sintetiza en la pupa de la polilla de la seda, en respuesta a una infección bacteriológica.

La electro perforación ha sido utilizada para incorporar genes productores de cecropin en medaka, con el resultado de un aumento en la resistencia a *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila* y a *Vibrio anguillarum* (Sarmasik, Warr y Chen, 2002). Un transgen y procedimientos de inserción similares aumentaron la resistencia de bagre de canal *Ictalurus punctatus* al epizoótico de *Flavobacterium columnare* en un estanque de tierra (Dunham et al., 2002) (100% vs. 27%).

El uso de transgenes de cecropin en acuacultura ya fue patentado (Cooper y Enright, 1999). La patente afirma que “el aumento de las defensas del huésped en contra de enfermedades infecciosas o tumores se logra al “armar” las células del huésped con un gen exógeno que codifica un péptido lítico natural o sintético. “...las células transformadas contienen la capacidad para producir y secretar un amplio espectro de agentes quimioterapéuticos que tienen un efecto sistémico en ciertos patógenos, particularmente en patógenos que de otra manera podrían evadir o superar las defensas del huésped.”

### **Comparativo de costo-efectividad de procedimientos de manejo genético**

Los enfoques acerca de mejoras genéticas que se revisaron aquí fueron (1) manejo de procedimientos rutinarios de pies de cría, los cuales ejercen la selección de domesticación en la dirección apropiada, (2) la selección combinada y/o de índice, (3) la selección masiva, (4) la selección dentro de una misma familia, (5) la selección por familia, (6) la selección con pedigree completo utilizando marcadores de ADN para la identificación de familias, y (7) la transgénesis. Varios de estos procedimientos pueden utilizarse simultáneamente dentro de un único programa de manejo genético, tal como la selección dentro de una misma familia junto con marcadores moleculares de pedigree para el control de efectos negativos de reproducción cerrada. Es razonable que se expongan lineamientos generales para criaderos para estos procedimientos porque se sabe que pueden integrarse en la producción de acuacultura.

En un horizonte de planeación al corto plazo de, digamos, 5 años, la efectividad potencial de estos procedimientos se miden por medio de ganancias genéticas, por orden decreciente, *en opinión del autor*, probablemente será de (4) > (3) > (6) > (5). Esta clasificación puede justificarse por su historial de éxitos y fracasos, el actual y más novedoso estado de la reconstrucción de un pedigree utilizando marcadores de ADN y las especiales características de la biología de peces, incluyendo el papel principal que tienen las variaciones de comportamiento en las variaciones de la tasa de crecimiento (Doyle, 2002). El autor no clasificó la selección por domesticación porque siempre está presente y puede ser de gran o pequeña escala, buena o mala, dependiendo de cómo se maneja la granja. La transgénesis no se clasifica porque el autor no tiene idea de qué es lo que sucederá en el futuro.

No obstante, está claro que la selección asistida por marcadores (MAS por sus siglas en inglés), la selección QTL y la transgénica, requerirán instalaciones de criadero altamente especializadas, para las cuales no se pueden siquiera imaginar todavía sus lineamientos. La comparación costo-efectividad de estas técnicas, en principio pueden estimarse al tomarse en cuenta tres factores simultáneamente en un análisis del rendimiento financiero sobre inversión en investigación o el valor actual neto de la inversión en investigación: (a) los beneficios financieros potenciales, (b) la cantidad de tiempo antes de obtenerse beneficios financieros, y (c) la tasa apropiada de descuento por tiempo a utilizarse en negocios de algo riesgo.

La transgénica es el procedimiento que está muy por encima de todos los demás, en términos de beneficios financieros y riesgos potenciales. Existen algunas indicaciones preliminares que la más dramática de todas las técnicas de bioingeniería, la inserción de hormona del crecimiento transgénica, posiblemente sea relativamente poco efectiva en líneas que ya han sido seleccionadas para conseguir un algo crecimiento (Devlin et al., 2001; Parks, Eisen y Murray, 2000). Esto es, la mejora selectiva y la transgénesis quizás no se puedan combinar para que se adicionen. Hasta el punto en que esto sea verdad en lo general, cepas seleccionadas que consiguen tasas de crecimiento comparables a los obtenidos por transgénesis, se mantendrán competitivas con transgénica, con costos de desarrollo considerablemente menores. La bioingeniería transgénica no es, de ningún modo, un procedimiento para el que uno quisiera establecer lineamientos de criaderos en estos momentos.

Los cambios genéticos accidentales son el efecto secundario inevitable de las operaciones de criadero que intenta mejorar la calidad genética de pies de cría por intermedio de la hibridación, la manipulación de cromosomas, la transgénesis o cualquier tipo de las muchas selecciones artificiales. Los pies de cría que se dejan descuidados se deterioran debido a la pérdida de diversidad genética y la acumulación de depresión de la reproducción cerrada. Sobrepuesto a estos efectos esencialmente aleatorios, está el efecto de la selección por domesticación, la cual puede ser negativa (por ejemplo, si se presentan alternativas no deseables entre rasgos de crecimiento, reproducción y supervivencia) o positivos si existe una adaptación de evolución al sistema de cultivo en granjas.

Las granjas individuales raramente se estudian lo suficientemente bien para saber en dónde se encuentra el equilibrio entre las fuerzas aleatorias y las dirigidas. Sin embargo, debería ser factible manejar la desviación genética y los efectos negativos de la reproducción cerrada en un pie de cría de gran tamaño, si los lineamientos generales que se dieron como lista anteriormente, se traducen en acciones específicas apropiadas a la granja. La principal dificultad al confiar *únicamente* en la selección por domesticación para mejorar un pie de cría, es el costo de oportunidad – las oportunidades perdidas – de la renuncia a mejora genética. El costo de oportunidad que se pueda calcular, en el largo plazo, será incorporado a las incalculables consecuencias de ser dejado atrás en la carrera tecnológica.

## **Reconocimientos**

Este documento es una versión corregida de un documento de antecedentes preparado para un taller de la FAO relacionado con lineamientos para criaderos dedicados a la domesticación y control de enfermedades de camarones, (Mazatlán, México, agosto 19 al 23, 2002).

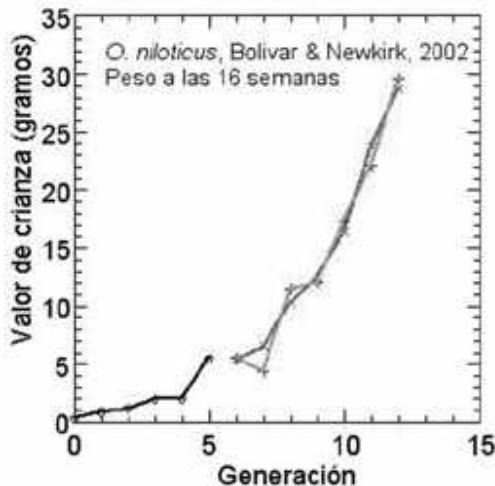
## Bibliografía

- Ambali, A. J. D., R. W. Doyle y D. I. Cook. 1999. Genetic changes in *Oreochromis shiranus* (Trewavas) associated with the early stages of national aquaculture development in Malawi. *Aquaculture Research* **30** (579-588).
- Anonymous. 2000. FDA, researchers consider first transgenic fish. *Nature Biotechnology* **18**:143.
- Argue, B.J., S.M. Arce, J.M. Lotz y S.M. Moss. 2002. Selective breeding of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) for growth and resistance to Taura Syndrome Virus. *Aquaculture* **204** (3-4):447-460.
- Basiao, Z. y R. W. Doyle. 1999. Test of size-specific mass selection for tilapia cage farming in the Philippines. *Aquaculture Research* **30**:373-378.
- Bieme, N., I. Beuzart, V. Vonau, F. Bonhomme y E. Bédier. 2000. Microsatellite-associated heterosis in hatchery-propagated stocks of the shrimp *Penaeus stylostris*. *Aquaculture* **184**:203-219.
- Bijma, P. y J.A. Woolliams. 2000. Prediction of rates of inbreeding in populations selected on best linear unbiased prediction of breeding value. *Genetics* **156**:361-373.
- Bolivar, R.B., and G.F. Newkirk. 2002. Response to within family selection for body weight in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using a single-trait animal model. *Aquaculture* **204** (3-4):371-381.
- Boudry, P., B. Collet, F. Cornette, V. Hervouet y F. Bonhomme. 2002. High variance in reproductive success of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg) revealed by microsatellite-based parentage analysis of multifactorial crosses. *Aquaculture* **204** (3-4):283-296.
- Brichette, I., M.I. Reyero y C. García. 2001. A genetic analysis of intraspecific competition for growth in mussel cultures. *Aquaculture* **192** (2-4):155-169.
- Bryant, E.H. y D.H. Reed. 1999. Fitness decline under relaxed selection in captive populations. *Conservation Biology* **13** (3):665-669.
- Brzeski, V. J. y R. W. Doyle. 1995. A test of an on-farm selection procedure for tilapia growth. *Aquaculture* **137**:219-230.
- Caballero, A., E. Santiago y M.A. Toro. 1996. Systems of mating to reduce inbreeding in selected populations. *Animal Science* **62**:431-442.
- Caballero, A. y M.A. Toro. 2000. Interrelations between effective population size and other pedigree tools for the management of conserved populations. *Genetical Research* **75**:331-343.
- Charles, D. 2001. *Lords of the Harvest: Biotech, Big Money, and the Future of Food*. Cambridge MA: Perseus Publishing. 348 pp.
- Conover, D.O., and S.B. Munch. 2002. Sustaining fisheries yields over evolutionary time scales. *Science* **297** (5578):94-96.
- Cooper, R.K. y F.M. Enright. 1999. Transgenic fish capable of expressing exogenous lytic peptides. *United States Patent* 5,998,698.
- Cunningham, E.P., J.J. Dooley, R.K. Splan y D.G. Bradley. 2001. Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to thoroughbred horses. *Animal Genetics* **32** (6):360-364.
- DeRose, M.A. y D.A. Roff. 1999. A comparison of inbreeding depression in life-history and morphological traits in animals. *Evolution* **53**:1288-1292.
- Devlin, R.H., C.A. Biagi, T.Y. Yesaki, D.E. Smailus y J.C. Byatt. 2001. Growth of domesticated transgenic fish. *Nature* **409** (781-78):781-782.
- Devlin, R. H., T. Y. Yesaki, C. A. Biagi, E. M. Donaldson, P. Swanson y W.-K. Chan. 1994. Extraordinary salmon growth. *Nature* **371**:209-210.
- Devlin, R.H., Y.H. Yesaki, E.M. Donaldson y C.L. Hew. 1995. Transmission and phenotypic effects of an antifreeze/GH gene construct in coho salmon. *Aquaculture* **137**:1612-169.
- Doyle, R.W. 2002. Contribution of genetics to aquaculture: a socio-economic critique. *Fisheries Science* **in press**.
- Doyle, R.W. y C. M. Herbinger. 1994. The use of DNA fingerprinting for high-intensity, within-family selection in fish breeding. *Proceedings 5th World Congress, Genetics Applied to Livestock Production Guelph, Ontario, Canada* **19**:364-371.
- Doyle, R.W. y W. Hunte. 1980. Genetic changes in "fitness" and yield of a crustacean population in a controlled environment. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **52**:147-156.
- Doyle, R.W. y W. Hunte. 1981. Demography of an estuarine amphipod (*Gammarus lawrencianus*) experimentally selected for high "r": a model of the genetic effects of environmental change. *Can. Jour. Fish. Aquat. Sci.* **38** (10):1120-1127.
- Doyle, R.W., S. Singholkha y M. New. 1983. Indirect selection for genetic change: a quantitative analysis illustrated with *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* **30**:237-247.
- Doyle, R. W. y A. J. Talbot. 1986a. Artificial selection for growth and correlated selection on competitive behaviour in fish. *Can. Jour. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 1069-1064.
- Doyle, R. W. y A. J. Talbot. 1986b. Effective population size and selection in variable aquaculture stocks. *Aquaculture* **57**:27-35.
- Dunham, R.A., G.W. Warr, A. Nichols, P.L. Duncan, B. Argue, D. Middleton y H. Kucuktas. 2002. Enhanced bacterial disease resistance of transgenic channel catfish *Ictalurus punctatus* possessing cecropin genes. *Marine Biotechnology* **4**:338-344.

- Dupont-Nivet, M., J. Mallard, J.C. Bonnet y J.M. Blanc. 2001. Evolution of genetic variability in a population of the edible snail, *Helix aspersa* Müller, undergoing domestication and short-term selection. *Heredity* **87** (2):129-135.
- Editorial. 1999. Genetically modified muddle. *Nature Biotechnology* **17**:311.
- Eknath, A.E. y R.W. Doyle. 1985. Indirect selection for growth and life history traits in Indian major carp aquaculture. I. Effects of broodstock management. *Aquaculture* **49**:73-84.
- Eknath, A. E. y R. W. Doyle. 1990. Effective population size and rate of inbreeding in aquaculture of Indian major carps. *Aquaculture* **85**:293-305.
- Falconer, D. S., and T. F. C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th. ed. Harlow (U.K.): Longman. 464 pp.
- Fernández, J. y A. Caballero. 2001. A comparison of management strategies for conservation with regard to population fitness. *Conservation Genetics* **2** (2): 121-131.
- Fischetti, M. 1991. A feast of gene-splicing down on the farm. *Science* **253**:512-513.
- Fishback, A.G., R.G. Danzmann, M.M. Ferguson y J.P. Gibson. 2002. Estimates of genetic parameters and genotype by environment interactions for growth traits of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as inferred using molecular pedigrees. *Aquaculture* **296** (3-4): 137-150.
- Gilpin, M.E. y M.E. Soule. 1986. Minimal viable populations: processes of species extinction. In *Conservation Biology: the Science of Scarcity and diversity*, edited by M. E. Soule. Sunderland, Mass.: Sinauer. pp. 19-34.
- Goyard, E., J. Patrois, J.M. Peignon, V. Vanaa, R. Dufour, V. Viallon y E. Bédier. 2002. Selection for better growth of *Penaeus stylostris* in Tahiti and New Caledonia. *Aquaculture* **204** (3-4):461-468.
- Hamblin, J. y A.A. Rosielle. 1978. Effect of intergenotypic competition on genetic parameter estimation. *Crop Science* **18**:51-54.
- Haugen, T.O. y L.A. Vøllestad. 2001. A century of life-history evolution in grayling. *Genetica* **112-113**:475-491.
- Henryon, M., A. Jokumsen, P. Berg, I. Lund, P.B. Pedersen, N.J. Olesen y W.J. Slierendrech. 2002. Genetic variation for growth rate, feed conversion efficiency, and disease resistance exists within a farmed population of rainbow trout. *Aquaculture* **209** (1-4):59-76.
- Hershberger, WK, Myers, JM, Iwamoto, RN, McAuley, WC, Saxton, AM. 1989. Genetic changes in the growth of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in marine net-pens produced by ten years of selection. *Preprint. Accepted by Aquaculture*. 13 ms pages+tables.
- Hetzl, D.J.S., P.J. Crocos, G.P. Davis, S.S. Moore y N.C. Preston. 1999. Response to selection and heritability for growth in the Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture* **181**:215-223.
- Hill, W.G. 1996. Sewall Wright's "Systems of mating". *Genetics* **143**:1499-1506.
- Hill, W.G., A. Caballero y L. Dempfle. 1996. Prediction of response to selection within families. *Genetics Selection Evolution* **28**:379-383.
- Hulata, G. 2001. Genetic manipulations in aquaculture: a review of stock improvement by classical and modern technologies. *Genetica* **111** (1-3):155-173.
- Hulata, G., G.W. Wohlfarth y A. Halevy. 1986. Mass selection for growth rate in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* **57**:177-184.
- Hunte, W., R.A. Myers y R.W. Doyle. 1985. Bayesian mating decisions in an amphipod, *Gammarus lawrencianus* Bousfield. *Animal Behaviour* **33**:366-372.
- Jarimopas, P. 1990. Realized response of Thai red tilapia to 5 generations of size-specific selection for growth. In *The Second Asian Fisheries Forum*, edited by R. Hirano and I. Hanyu. Manila: The Asian Fisheries Society. pp. 519-522.
- Jobling, M. y A. Wandsvik. 1983. Effect of social interactions on growth rates and conversion efficiency of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Journal of Fish Biology* **22**:577-584.
- Kincaid, H.L. 1977. Rotational line crossing: an approach to the reduction of inbreeding accumulation in trout brood stocks. *Progressive Fish-Culturist* **39**:179-182.
- Lepage, O., O. Overli, E. Petersson, T. Jarvi y S. Winberg. 2000. Differential stress coping in wild and domesticated sea trout. *Brain Behav Evol* **56** (5):259-268.
- Martínez, R., J. Juncal, C. Zaldívar, A. Arenal, I. Guillen, V. Morera, O. Carrillo, M. Estrada, A. Morales y MP. Estrada. 2000. Growth efficiency in transgenic tilapia (*Oreochromis* sp.) carrying a single copy of a homologous cDNA growth hormone. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **267**:466-472.
- Mazer, S.J. y C.T. Schick. 1991. Constancy of population parameters for life-history and floral traits in *Raphanus sativus* L. II. Effects of planting density on phenotype and heritability estimates. *Evolution* **45** (8):1888-1907.
- Moav, R., G. Hulata y G. Wohlfarth. 1975. Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp 1. Analysis of genotype-environment interactions for growth rate. *Heredity* **34**:323-340.

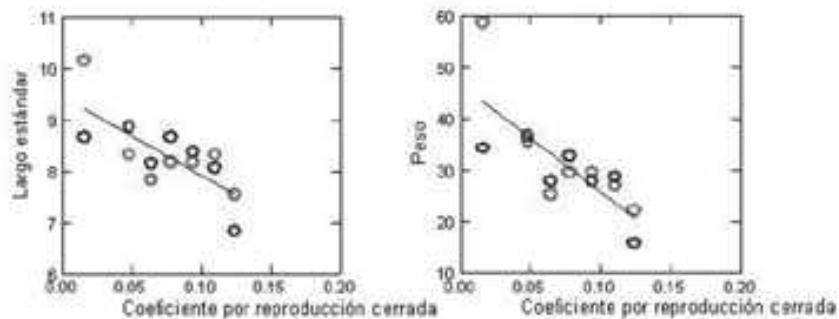
- Moav, R. y G. W. Wohlfarth. 1974. Magnification through competition of genetic differences in yield capacity in carp. *Heredity*, 33, 181, 202.
- Moav, R. y W.G. Wohlfarth. 1970. Genetic correlation between seine escapability and growth capacity in carp. *Journal of Heredity* **61**:153-157.
- O'Flynn, F., J.K. Bailey y G.W. Friars. 1999. Responses to two generations of index selection in Atlantic salmon. *Aquaculture* **173**:143-147.
- Oliver, J.L., P.M. Gaffney, S.K. Jr. Allen, M. Faisal y S.L. Kaattari. 2000. Protease inhibitory activity in selectively bred families of eastern oysters. *Journal of Aquatic Animal Health* **12**:136-145.
- Olla, B.L., M.W. Davis y C.H. Ryer. 1998. Understanding how the hatchery environment represses or promotes the development of behavioural survival skills. *Bulletin of Marine Science* **62** (2):531-550.
- Orr, H. A. 1999. The evolutionary genetics of adaptation: a simulation study. *Genet. Res. Camb.* **74**:207-214.
- Parks, K.R., E.J. Eisen y J.D. Murray. 2000. Correlated responses to selection for large body size in oMt 1a-oGH mice: growth, feed efficiency and body composition. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **117** (6):385-405.
- Perez-Enriquez, R., M. Takagi y N. Taniguchi. 1999. Genetic variability and pedigree tracing of a hatchery-reared stock of red sea bream (*Pagrus major*) used for stock enhancement, based on microsatellite DNA markers. *Aquaculture* **173**:143-423.
- Price, E.O. 1984. Behavioural aspects of animal domestication. *Quart. Rev. Biol.*, 59, 1, 32.
- Purdom, C.E. 1974. Variation in fish. In *Sea Fisheries Research*, edited by F. R. H. Jones. London: Elek Science. pp. 347-355.
- Rahman, M.A., A. Ronyai, B.Z. Engidaw, K. Jauncey, G. Hwang, A. Smith, E. Roderick, D. Penman, L. Varadi y N. Maclean. 2001. Growth and nutritional trials on transgenic Nile tilapia containing an exogenous fish growth hormone gene. *Journal of Fish Biology* **59** (1):62-78.
- Reddy, P.V.G.K., B. Bjame Gjerde, S.D. Tripathi, R.J. Jana, K.D. Mahapatra, S.D. Gupta, J.N. Saha, M. Sahoo, S. Lenka, P. Govindassamy, M. Rye y T. Gjedrem. 2002. Growth and survival of six stocks of rohu (*Labeo rohita*, Hamilton) in mono and polyculture production systems. *Aquaculture* **203** (3-4):239-250.
- Ruzzante, D.E. 1993. Domestication effects on aggressive and schooling behaviour in fish. *Aquaculture* **120**:1-24.
- Sánchez, T., R. Ponce de León, M. Aguilar, J. Vázquez y B. McAndrew. 1995. Response to selection and heritability for weight in *Oreochromis aureus* Steindachner after five generations of selection. In *Genetics in Aquaculture V*, edited by R. W. Doyle, C. M. Herbinger and M. Ball. Amsterdam: Elsevier. pp. 271.
- Sarder, M.R., K.D. Thompson, Penman D.J. y B.J. McAndrew. 2001. Immune responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) clones: I. Non-specific responses. *Developmental and Comparative Immunology* **25** (1):37-46.
- Sarmasik, A., C.Z. Chun, I.-K. Jang, J.K. Lu y T.T. Chen. 2001. Production of transgenic live-bearing fish and crustaceans with replication-defective pantropic retroviral vectors. *Marine Biotechnology* **3**:177-184.
- Sarmasik, A., G. Warr y T.T. Chen. 2002. Production of transgenic medaka with increased resistance to bacterial pathogens. *Marine Biotechnology* **4**:310-322.
- Sonesson, A.K. y T.H.E. Meuwissen. 2002. Non-random mating for selection with restricted rates of inbreeding and overlapping generations. *Genetics Selection Evolution* **34**:23-39.
- Tave, D. 1993. *Genetics for Fish Hatchery Managers*. New York: Van Nostrand Reinhold. 415 pp.
- Tave, D. 1995. *Selective breeding programmes for medium-sized fish farms*. FAO Fisheries Technical Paper No. 352: FAO, Rome. 122 pp.
- Teichert-Coddington, D.R. y R.O. Smitherman. 1988. Lack of response by *Tilapia nilotica* to mass selection for rapid early growth. *Transactions of the American Fisheries Society* **117**:297-300.
- Trewavas, A. 1999. Much food, many problems. *Nature* **402**:231-232.
- Uraiwan, S. y R.W. Doyle. 1986. Replicate variance and the choice of selection procedure for tilapia (*Oreochromis niloticus*) stock improvement in Thailand. *Aquaculture* **48**:143-157.
- Verspoor, E. 1988. Reduced genetic variability in first-generation hatchery populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. Jour. Fish. Aquat. Sci.* **45** (10):1686-1690.
- Villanueva, B., P. Bijma y J.A. Woolliams. 2000. Optimal mass selection policies for schemes with overlapping generations and restricted inbreeding. *Genetics Selection and Evolution* **32**:339-355.
- Wang, J. 1997. More efficient breeding systems for controlling inbreeding and effective size in animal populations. *Heredity* **79**:591-599.
- Wente, M. 2002. Counterpoint: Save the planet, kill the people. *The Toronto Globe and Mail* (September 5):A15.
- Wright, J.R. Jr. y B. Pohajdak. 2001. Cell therapy for diabetes using piscine islet tissue. *Cell Transplantation* **10**:125-143.
- Wright, S. 1938. Size of population and breeding structure in relation to evolution. *Science* **87**: 430-431.

## Selección de tilapia dentro de una misma familia



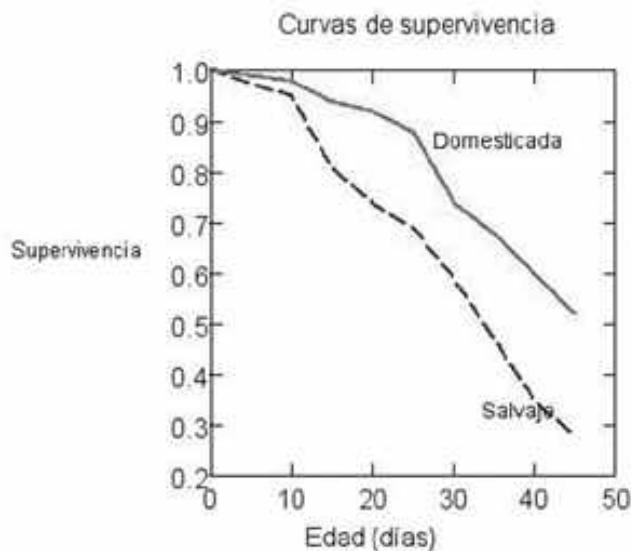
## Depresión de la tilapia por reproducción cerrada

Sudhindra Gadagkar, tesis doctoral sin publicar  
Dalhousie University, 1997

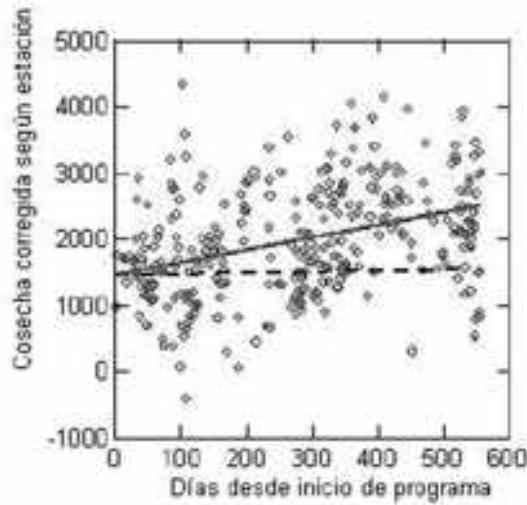


rojo = baja interacción, azul = ambiente de alta interacción

## Domesticación *Gammarus*



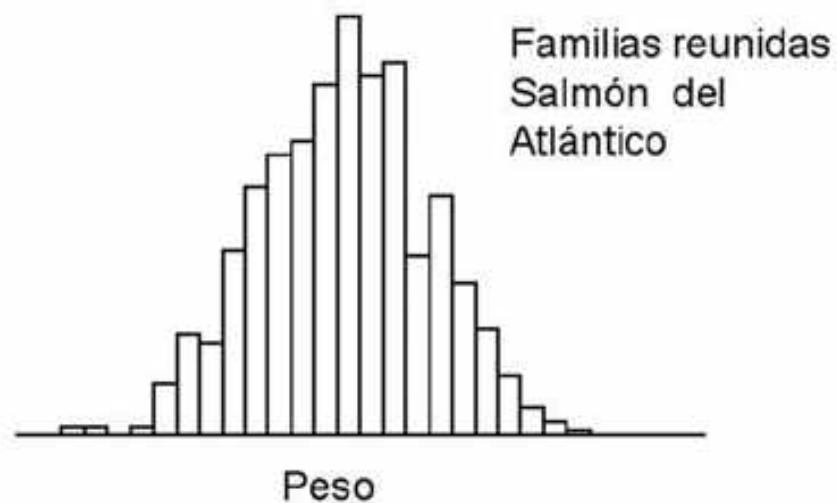
## Mejora de camarón *Penaeus*



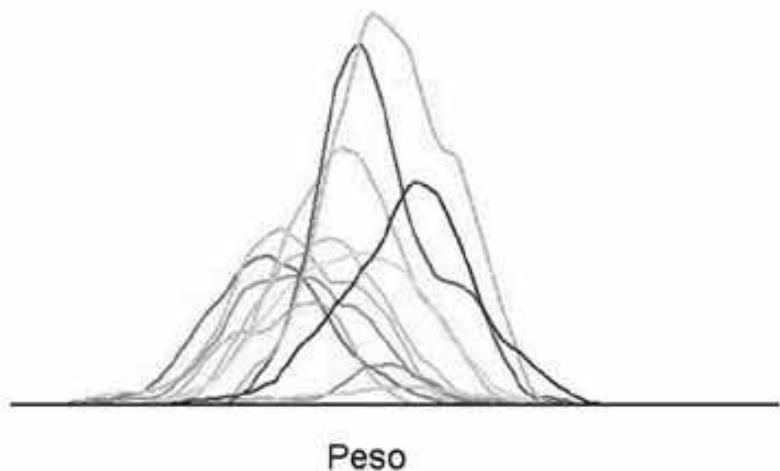
## Requerimientos generales para un programa de crianza

- Efectivo en costos (¿o barato?)
- Rápido (beneficios en 2 años)
- Probado (*por lo menos* revisión de bibliografía)
- Inteligente (sin defectos por reproducción cerrada, selección -ve)
- Seguro contra fallas (*por lo menos* garantizado de que no regresará a cero)
- Registrable, explicable y que se pueda probar

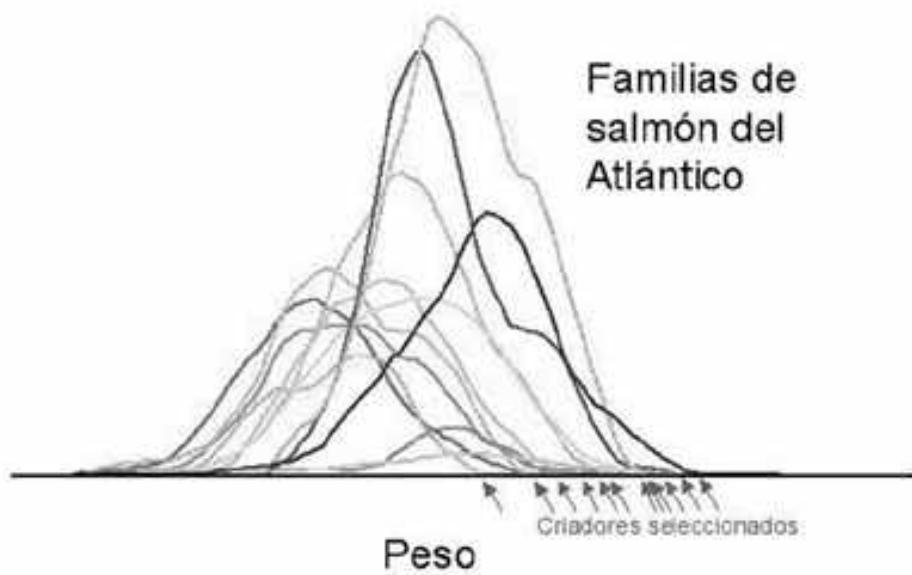
## Distribución de peso



## Distribuciones de peso por familias individuales



## Selección “walk-back”



# CULTIVO INTENSIVO DE TILAPIA EN JAULAS FLOTANTES

M. EN C. ANDRÉS PIEDRAHITA

**AQUAFINCA SAINT PETER FISH S.A.**

GERENTE DE PRODUCCIÓN

PEDRO SULA, HONDURAS

afsergio@netsys.hn

Aquafinca Saint Peter Fish S.A. (AQF) es una subsidiaria de Regal Springs Trading Co. ([www.regalsprings.com](http://www.regalsprings.com)), la empresa productora y comercializadora más grande de filete de tilapia en el mercado estadounidense (14,500 toneladas métricas [TM] de pescado entero en 2002). AQF se fundó con el objetivo de complementar la línea de filete congelado producido en nuestras operaciones de Indonesia, con un filete fresco de óptima calidad. Ha crecido a un ritmo acelerado estos últimos años, produciendo 1,800 TM, 4,400 TM y un proyectado de 6,700 TM de pescado entero en los años 2001, 2002 y 2003, respectivamente.

El sistema de producción utilizado es el de reproducción y reversión sexual en estanques, para un posterior traslado a jaulas flotantes en embalses hidroeléctricos y naturales para la etapa de engorde. Las jaulas se construyen con materiales disponibles localmente, como tubos y ángulos de hierro, barriles y madera para las plataformas. Estas jaulas, de 100 m<sup>3</sup>, están organizadas en módulos de producción de 18 jaulas cada uno, con un total de 1,000 jaulas en dos lagos. Esta elevada cantidad de jaulas se vuelve difícil de manejar y por lo tanto, se están empezando a construir jaulas redondas con tubos de polietileno de alta densidad y volúmenes de 1,500 m<sup>3</sup>. De esta manera, se reduce la cantidad de jaulas a 100, manejando el mismo inventario, lo que simplifica el control de inventarios, manejo de alimento, inversión de mano de obra, etc. La meta en la etapa de engorde es alcanzar una carga de 50 Kg./m<sup>3</sup>, con un peso promedio de 950 g en 12.5 meses, comenzando con un alevín de 1g. Dados los altos volúmenes alcanzados, este año se enfocan los esfuerzos en tecnificar y mecanizar los procesos de producción, como la clasificación de peces por tallas o proceso de carga de los mismos para traslados.

El éxito de este sistema, aparte de obtenerse un manejo técnico adecuado, se deriva de trabajar conjuntamente con las autoridades locales para permitir un desarrollo ambiental y social sostenible. El medio del cultivo es el agua del embalse, calidad de la cual depende la salud de los peces, además de utilizarse para otro sinnúmero de actividades socio-económicas y agrícolas. Las concesiones otorgadas a la empresa van condicionadas con medidas de mitigación ambientales estrictas. El compromiso se expresó como "PECES POR BOSQUE." AQF emplea a campesinos que fueron desplazados de sus tierras por la inundación de las mismas. Sin empleo ni tierras adecuadas para cultivar, a estos pobladores no les quedaría otra opción que talar el bosque para sobrevivir, lo cual causaría la erosión de las cuencas y la sedimentación del embalse. AQF comenzará proyectos de reforestación utilizando compostura orgánica en la que se aprovechará la mortalidad de peces de las jaulas.

Es imperativo conocer de antemano las condiciones limnológicas y ecológicas del embalse, bajo todas las condiciones climáticas, en el tránscurso de los años. Los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, al igual que el comportamiento dinámico de estratificación, afectan el desarrollo de los peces. La presencia de depredadores conlleva riesgos, como el escape de peces y se necesitan tomar medidas preventivas, como el uso de mallas especiales. La ubicación de las jaulas para resguardarlas de las tormentas debe compaginarse con un sitio que tenga buena circulación de agua. Cada cuerpo de agua grande tiene sus condiciones específicas y el acuicultor tiene que implementar prácticas que se adapten al entorno acuícola.



# ACUACULTURA ASOCIATIVA: UNA REALIDAD CERCANA

Biól. Mar. JAVIER ENRIQUE ÁLVAREZ BARRERA

**PRESIDENTE DE ACUIORIENTE Y**

**SECRETARIO NACIONAL DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA CACHAMA**

langosal@col1.telecom.com.co

Tradicionalmente, en Latinoamérica la propiedad de la tierra se ha debatido entre el latifundio y el minifundio. Esto marcó también el tamaño de la producción, el primero en grandes explotaciones actualmente tecnificadas y el segundo casi exclusivamente de auto-consumo, debido a sus áreas tan reducidas.

Este aspecto ha sido determinante en la capacidad de gestión administrativa y tamaño del estado. Ha creado abismos cada vez más profundos entre estas dos fuerzas de producción. La consecuencia fue que el pequeño productor no se enteraba de las decisiones estatales que le competen o las entidades gubernamentales no supieron llegar con la información al lugar apropiado, con lo que se permitió que la burocracia desviara los auxilios del que no los necesitaba.

Los países latinoamericanos se han debatido entre promesas de cambios políticos y Reforma Agraria, alejados de una realidad económica, política, social y cultural. La población rural de América Latina es quizás una de las más desprotegidas en todos los aspectos sociales pero también, es la que lleva el peso de la producción de alimentos, la que en la mayoría de casos es la base económica de los países de esta región.

Colombia no es excepción, pero esta situación se ve agravada por la presencia de cultivos ilícitos, por grupos armados al margen de la ley y por la creciente globalización de la economía. El gobierno colombiano ha estado bajo presión constante para reaccionar y salir de la situación de caos persistente del agro, así como para encontrar acciones apropiadas para beneficiar la población rural y apoyar su capacidad productiva.

Entre las principales acciones, se destacan la inclusión de los más desprotegidos al sistema de salud, construcción de vías de transporte y distritos de riego, apoyo a la microempresa, reducción de la burocracia estatal, creación de créditos a sociedades productoras, apoyo a la formación y fortalecimiento de grupos asociativos de pequeños y medianos productores y, quizás la más importante, formación del Incentivo a la Capitalización Rural o "ICR", programa que logró estimular la inversión privada en áreas rurales.

Alrededor de los dos últimos puntos se ha estructurado todo el andamiaje de la recuperación del agro. Ambos han permitido estrechar distancias entre los polos de desarrollo en la búsqueda de alianzas estratégicas.

Por otro lado, el gobierno reconoció su ineficiencia en la administración de recursos y por esta razón, estimula las ONG (Organizaciones No Gubernamentales) con el fin de apoyar y guiar a las nacientes agremiaciones de pequeños y medianos productores, generando desarrollo organizado y bienestar común.

Por otra parte, desde hace algunos años se generó el concepto de las Cadenas Productivas (CP), instrumento promovido por el gobierno y destinado a impulsar la equidad y la competitividad de cada sector de la economía, con miras a ampliar su oferta exportadora y enfrentar la globalización. El sector acuícola está englobado en estos esfuerzos, encabezándolo la camaronicultura y seguido por la piscicultura (ver anexo).

Las CP involucran y reúnen todo y todos del sector acuícola. Entre otros, incluye desde los productores de semilla y pies de cría, productores de materias primas e insumos, comercializadores, transportadores, transformadores, hasta los representantes de instituciones privadas y públicas, asociaciones, universidades, centros de investigación, extensionistas y banca. Se puede decir que, en general, cualquier persona o entidad que tenga qué ver con un producto en particular está incluido en las CP, con el fin de establecer, como primera medida, un diagnóstico nacional certero de una actividad económica.

Una vez que se saben las fortalezas y debilidades de toda la cadena, se procura un acuerdo de voluntades para buscar las soluciones a los problemas. Finalmente, el proceso se termina con un compromiso escrito, firmado por todos representantes de los diversos eslabones de la Cadena Productiva.

Con un acuerdo como éste, pueden resultar alianzas estratégicas para superar barreras de cualquier índole, se generan proyectos específicos que pueden estar financiados por el estado y/o los gremios (por medio de impuestos parafiscales), se hacen o modifican leyes, se reducen trámites, se investiga ordenadamente según las necesidades de la industria gracias a la priorización que estableció la CP. Uno de los objetivos es que se pongan a hablar a todos los representantes de las entidades estatales y privadas en un mismo idioma y persiguiendo las mismas metas.

Contando ya con este acuerdo y ordenamiento, el estado aporta recursos cuyo destino será: 1) La administración de la CP, la que debe estar en manos de un ente privado y 2) Apoyos al financiamiento de investigaciones, estudios y proyectos productivos, acordes con las necesidades detectadas para la CP.

Incluido en la organización de la producción necesaria para el desarrollo de las actividades propias, está la gran masa de productores pequeños que no se han asociado o tienen organizaciones muy débiles. Generalmente, éstas no poseen la formación ni la capacidad para diseñar, elaborar, formular y desarrollar proyectos bien estructurados. Por ende, no tendrían acceso al financiamiento. Es por esto que se ha establecido que sean otras ONG, asociaciones o entidades privadas, unas que cuenten con amplia trayectoria y conocimientos y con una organización suficiente, las que formulen, administren, guíen, capaciten y acompañen a estas asociaciones productivas, garantizado así la asociatividad de la comunidad y continuidad del desarrollo. A la vez, se involucra a todos los participantes de las CP. De esta manera, se ha logrado ya que algunas comunidades lograran crear empresas exportadoras o cerrar alianzas con grandes productores y así, participar en la satisfacción de mercados nacionales e internacionales.

Para el financiamiento de proyectos por parte del estado o la comunidad internacional, es indispensable la formulación de proyectos que comprendan como mínimo los siguientes aspectos:

Aspectos Generales	Desarrollo del Proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Antecedentes.</li> <li>* Diagnóstico.</li> <li>* Identificación y formulación de problemas</li> <li>* Ubicación y cuantificación de la población afectada.</li> <li>* Objetivos y metas del proyecto "si" existe conexión con la cadena productiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Mecanismo o estrategias para lograr los objetivos.</li> <li>* Responsables de la ejecución.</li> <li>* Recursos necesarios para cada fase.</li> <li>* Componente socio-económico y financiamiento: demuestra claramente la facilidad económica del proyecto, capacitación en diferentes áreas para garantizar la continuidad.</li> <li>* Componente ambiental, factibilidad y viabilidad.</li> </ul>
<b>Sistema de Monitoreo y Evaluación</b>	<b>Acompañamiento a la Comunidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Indicativos de logros (Ej.) :población agremiada, población capacitada, población beneficiada, espejo de agua construido, unidades productivas en funcionamiento, kilogramos producidos, resultados de investigaciones, infraestructura construida y aquella en funcionamiento.</li> <li>* Seguimiento de aportes y de recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Trabajo social.</li> <li>* Identificación y evaluación de logros (Ej.) : autonomía, capacidad de gestión, trabajo en grupo, desarrollo de habilidades y destrezas, monitoreo individual.</li> </ul>

En el caso específico de la piscicultura en Colombia, existen más de 16,000 productores, de los cuales se estima que el 80% son pequeños, un 10% son medianos y el otro 10% son grandes piscicultores. Estas cifras crecen día con día, ya que existe una variada oferta de especies para el cultivo, tierras y aguas adecuadas, a la vez que se promueve la piscicultura como alternativa para sustitución de cultivos ilícitos.



Después del diagnóstico, la piscicultura colombiana tiene el gran reto de seguir creciendo al mismo ritmo que lo ha logrado en los últimos 12 años. Su principal producto es la tilapia, con aproximadamente 24,000 toneladas anuales, seguido de la cachama, con 14,000 toneladas anuales. Debe tomarse en consideración que existen grandes áreas subutilizadas con los pequeños productores, principalmente por falta de tecnología, desconocimiento de las economías a escala, baja capacidad negociadora y poca experiencia en mercadeo. Se puede afirmar que, si se quiere crecer rápidamente, es prioritario contar con programas de desarrollo social para estos productores.

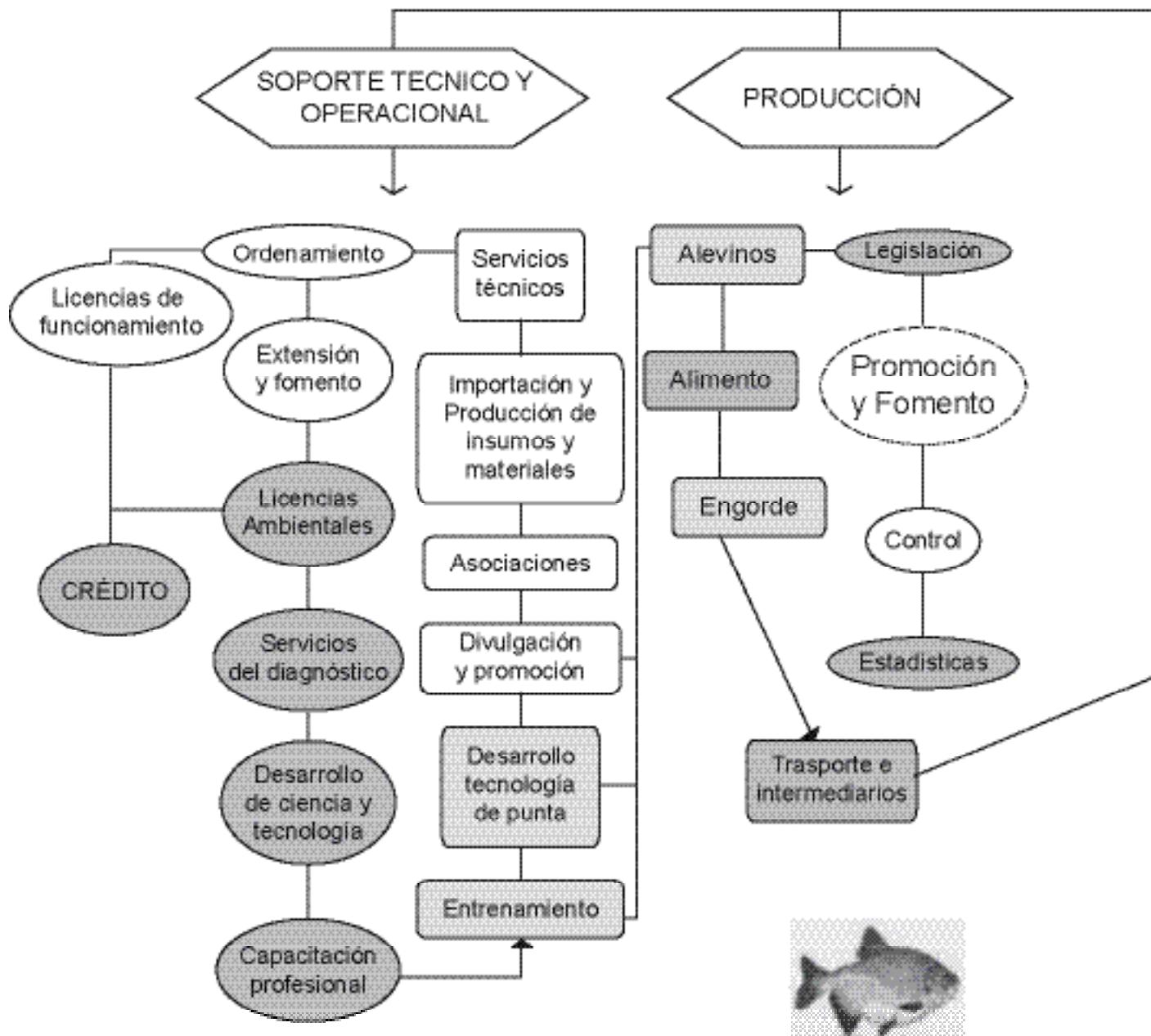
En la actualidad y dentro de la asociatividad que se ha generado entre poblaciones, hay tanto buenas como malas experiencias. El éxito depende de tener las metas claras y una alta capacidad de compromiso para llevarlas al cabo.

## CADENA PRODUCTIVA DE PSICULTURA EN COLOMBIA



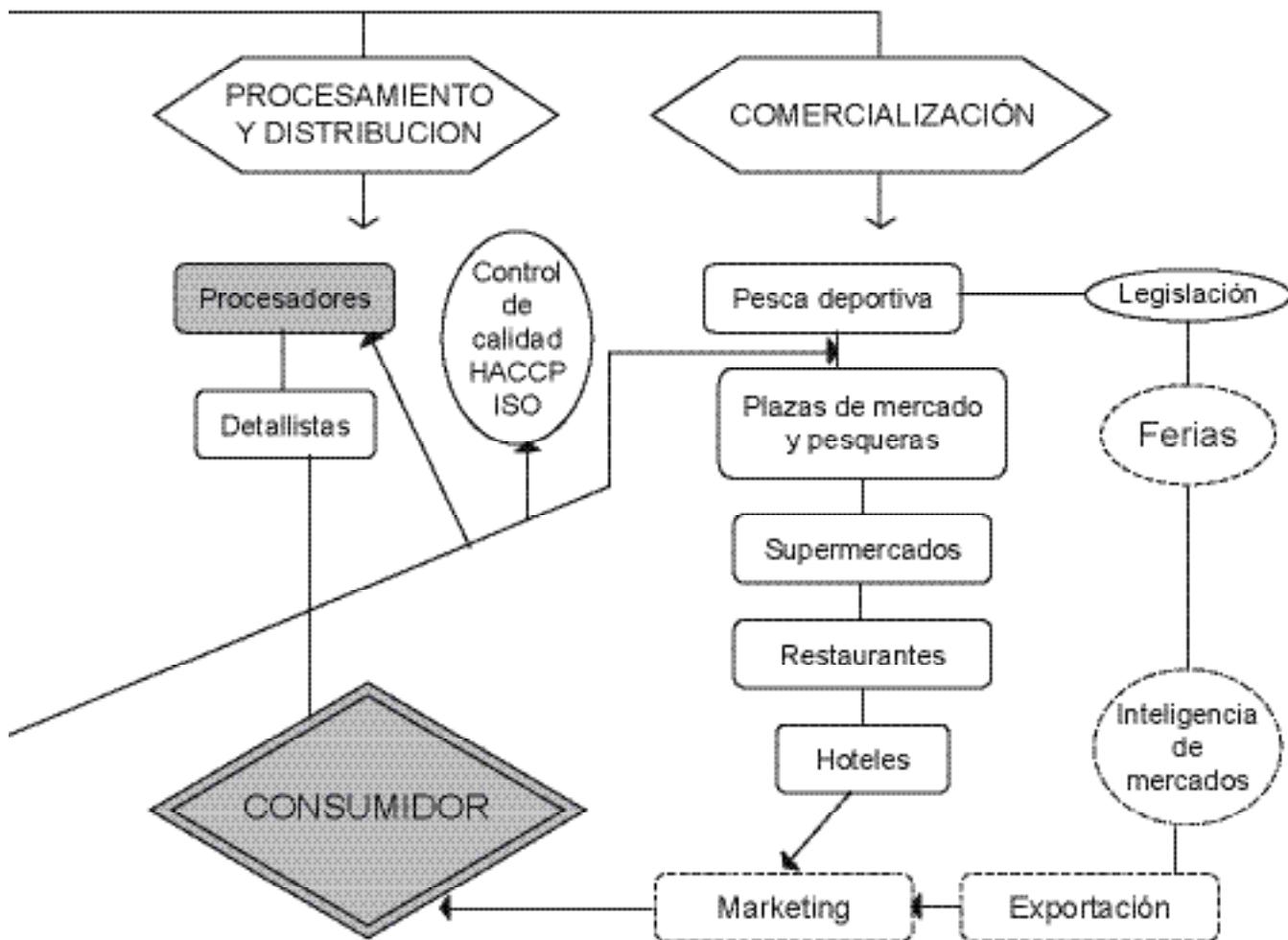
CADENA PRODUCTIVA

CADENA PRODUCTIVA



PISICULTURA EN COLOMBIA

## DE LA CACHAMA



### **Nomenclatura:**

### Función privada

Función Oficial

## Debilidades

### Fortalezas

### Inexistencias

## **Nomenclatura. Representación esquemática de la cadena productiva de la psicología en Colombia, con sus debilidades, fortalezas y aspectos que son prácticamente inexistentes.**

# COMERCIALIZACIÓN DE LA TILAPIA EN EL MERCADO ESTADOUNIDENSE: TENDENCIAS

M. EN C. CÉSAR ALCESTE  
**BIOCEPTS INTERNATIONAL, INC.**  
FLORIDA, E.U.A.  
alceste@biocepts.com

## INTRODUCCIÓN

La tilapia es la segunda especie acuícola más cultivada a nivel mundial y el tercer producto acuático de importación en los Estados Unidos, después del camarón marino y el salmón del Atlántico.

Actualmente, la producción mundial de tilapia cultivada y pescada en ambientes naturales, sobrepasa los 1.2 mil millones de toneladas.

En la década de 1960, en los Estados Unidos de América (E.U.A.), se realizaron intentos de introducción de tilapia sin resultados exitosos. Sin embargo, posteriormente se observó un desarrollo acelerado de la actividad, pasando de 7.711 toneladas en 1997 a 8.251 en 1998.



## **MERCADO DE LA TILAPIA EN LOS E.U.A.**

De acuerdo con las estadísticas (U.S Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division), entre los años 1992 y 2000, las importaciones de la tilapia aumentaron de 3,400 toneladas a 40,500. Paralelamente, en ese mismo periodo la producción de la tilapia en los E.U.A. experimentó un incremento de unas 2,300 toneladas a más de 8,700. Esto implica que el mercado norteamericano pasa de consumir unas 5,700 toneladas en 1992 a aproximadamente 49,200 en el 2000. Esto representa un incremento de más de 800% en el consumo de tilapias en los últimos nueve años y todo parece indicar que la demanda va a continuar en aumento.

## **PRODUCCION DE LA TILAPIA EN LOS E.U.A.**

La producción local aumentó en un promedio de 20% anual desde 1991 hasta 1998. La curva de crecimiento ha tendido a estabilizarse desde entonces.

En los E.U.A. los productores deberán intensificar su producción y rendimiento por área para mantenerse competitivos ante las crecientes importaciones desde Asia y América Latina. Asimismo, deberán enfrentar problemas como el "off-flavor" o mal sabor, certificación HACCP y otros aspectos sanitarios y de mercadeo.

Los sistemas intensivos se han popularizado mucho, usando tanques y raceways sembrados a muy altas densidades, con el uso de inyección de oxígeno y otras técnicas avanzadas.



## **PRINCIPALES RUTAS DE EXPORTACIÓN DE LA TILAPIA DESDE ASIA A LOS E.U.A.**

En la costa Oeste, la ruta de importación más frecuente desde países asiáticos se realiza a través de los estados de California y Washington específicamente, Los Ángeles, San Francisco y Seattle.

Los países con mayor capacidad para exportar hacia los EE.UU. son Taiwán, China e Indonesia. Taiwán exportó 29,809 toneladas en 2001, principalmente tilapia entera congelada (27,600 t).

Las exportaciones totales de China, Indonesia y Tailandia en 2001 fueron de 13,590; 2,218 y 260 toneladas, respectivamente

### **PRINCIPALES RUTAS DE EXPORTACIÓN DE LA TILAPIA DESDE AMÉRICA LATINA A LOS E.U.A.**

Miami es la principal ruta de importación desde Latinoamérica en la Costa Este y los principales países exportadores son Ecuador, Costa Rica, Honduras, Jamaica, Panamá y otros.

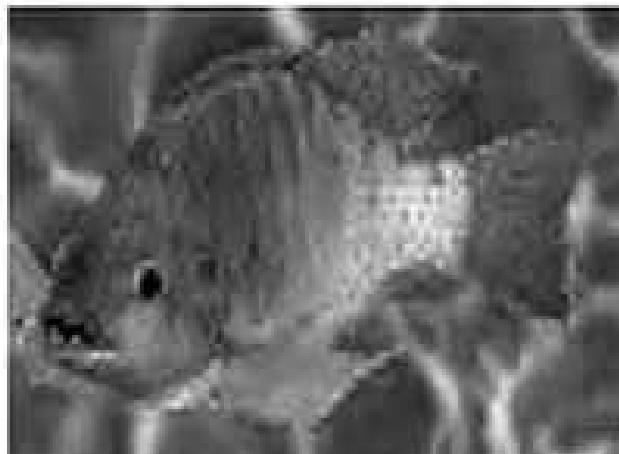
### **PRINCIPALES PRESENTACIONES DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA TILAPIA**

Animales vivos, animales enteros congelados, filetes congelados y filetes frescos.



## CANALES PARA COMERCIALIZACIÓN DE LA TILAPIA

- Venta directa al por mayor.
- Distribuidores especializados.
- Distribuidores de multiproductos.
- Cadenas de restaurantes.
- Hipermercados.
- Otros.



## ESTRATEGIAS UTILIZADAS POR PAÍSES LATINOAMERICANOS PARA INGRESAR A MERCADOS EXTRANJEROS

- Han mantenido la calidad de su producto (sabor, firmeza de la carne, vida útil del producto).
- Han mantenido su presentación.
- Han sido consistentes en su oferta
- Han podido mantener sus precios (el producto ha aumentado solamente entre 4 a 6% en los últimos cinco años).
- Han mantenido la satisfacción de sus clientes.



## DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN DE LA TILAPIA EN AMÉRICA LATINA PARA MERCADOS LOCALES

Razones de tipo económico, político y social han llevado al desarrollo de mercados paralelos al de exportación, hasta el punto en que los mismos han llegado a ser parte muy importante en las economías locales de aquellas naciones que hoy sirven de proveedores a países industrializados.

En Latinoamérica, países como Ecuador, Colombia, Venezuela, Jamaica, Costa Rica y Honduras, desarrollan mercados locales utilizando la tilapia como producto principal o complementario a las demás especies consumidas tradicionalmente.



## DESARROLLO DE LOS MERCADOS LOCALES

Diversos factores han propiciado el desarrollo de mercados locales, entre los que destacan los siguientes:

### Políticos

1. Falta de directrices gubernamentales que faciliten las exportaciones.
2. Falta de mecanismos estructurales para la exportación, como puertos y aeropuertos, frecuencia de vuelos, tarifas aéreas competitivas y la abundancia de trámites para permisos oficiales costosos y excesivos.

### Económicos

1. Falta de estructuras financieras para el sector primario y transformador, las cuales permitan alcanzar volúmenes y consistencia requeridos para acceder a los mercados internacionales.
2. Fuertes devaluaciones de monedas locales, las que vuelven el precio de venta local más atractivo que el precio de exportación (entero vs. filete), aún cuando el país requiera divisas.
3. Restricciones de tipo cambiario que impiden la adquisición de tecnología de vanguardia y equipos modernos.

### Sociales

1. Fuertes limitaciones en el poder adquisitivo.
2. Aceptación del producto tilapia por razones culturales y patrones de consumo, la cual no llega a los estándares de exportación en su presentación (tamaño, peso y aspecto físico, entre otros).

## PREMISAS GENERALES

La Unión Europea está conformada por Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, España, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Suecia y el Reino Unido. Representa una población de alrededor de 370 millones de personas.

Se observa que el consumidor compra (aparte del precio) con base en las características organolépticas, el valor nutricional, la comodidad en la preparación, lo novedoso de la presentación, los aspectos sanitarios y los aspectos ambientales. En función de esto el comercio se reorganiza y se redefinen los objetivos de comercialización.

Se observa igualmente que existe bienestar económico (la gente gasta), se redimensiona el núcleo familiar, disminuye la natalidad, aumentan las personas solteras, al igual que los ancianos (confección de porciones individuales). Existen grandes compañías orientadas al consumo de productos típicos y se incrementan las políticas de reducción del esfuerzo de la pesca en los placeres tradicionales.

Lo anterior genera una fuerte dependencia de las importaciones provenientes de terceros países, a fin de abastecer la demanda insatisfecha.

## EXPORTACIONES HACIA EUROPA

Para poder exportar, hay que tener presente que existen normas y reglamentos. Las normas higiénico-sanitarias han sido consideradas barreras de entrada y han ocasionado gran variación en los flujos comerciales.

Los países miembro han derogado y otorgado concesiones, propiciando la triangulación comercial. En respuesta, se dio la creación de “joint-ventures” (negocios conjuntos) entre países diversos por ejemplo, España con Ecuador, Namibia y Mozambique.

La acuacultura es la alternativa más factible y duradera en el tiempo.

## CONCLUSIONES

### Ventajas comparativas

- ❖ Ubicación geográfica favorable.
- ❖ Bajos costos de producción.
- ❖ Apertura comercial económica.

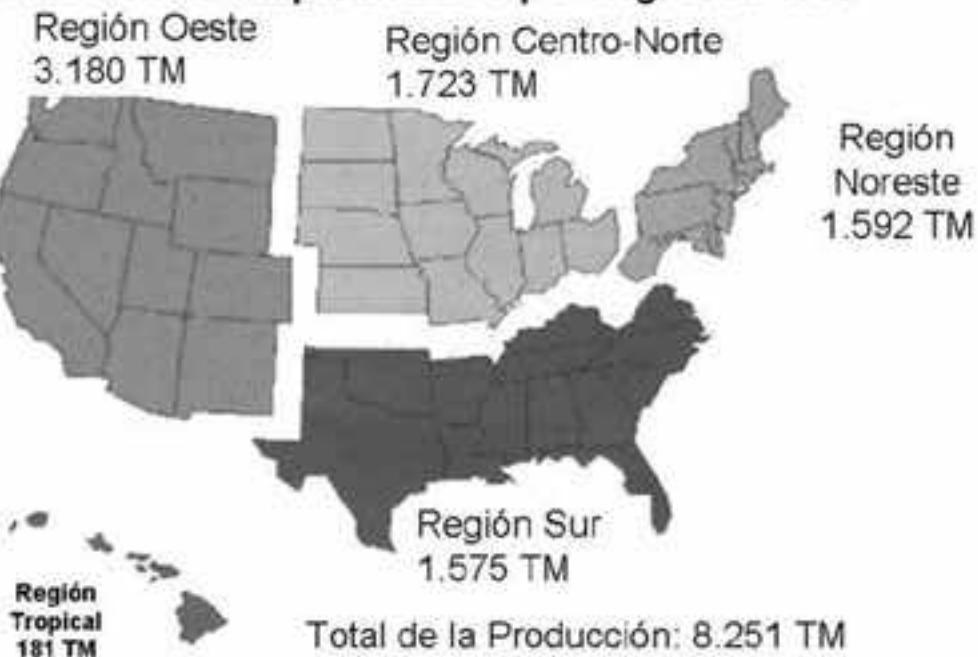
### Ventajas sociales

- ❖ Nivel de empleo directo.
- ❖ Multiplicador de empleo.
- ❖ Consumo per capita.
- ❖ Nivel de valor agregado.

### Ventajas competitivas

- ❖ Mercados domésticos y regionales crecen muy rápido, al igual que los mercados internacionales.
- ❖ Crecimiento del valor y el volumen de las ventas.
- ❖ Intensa rivalidad entre países participantes.
- ❖ Presencia de industrias relacionadas con altos niveles de participación.

## Producción de Tilapia en EEUU por Región en 1998



### Países Exportadores de Tilapia a los EEUU (1993-2001)

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
COLOMBIA	COLOMBIA	BELIZE	BELIZE	A. NEIRLANDEAS	CANADA	ARGENTINA	BRASIL	BRASIL
COSTA RICA	KOREA DEL SUR	CANADA	COLOMBIA	BELIZE	COSTA RICA	CAMBODIA	CAMBODIA	CANADA
CHILE	COSTA RICA	COLOMBIA	COSTA RICA	BRASIL	CHILE	CANADA	CANADA	CHILE
CHINA	CHINA	COSTA RICA	CHILE	CANADA	CHINA	COLOMBIA	CHILE	CHINA
ECUADOR	ECUADOR	CHILE	CHINA	ECUADOR	ECUADOR	CHINA	CHINA	COLOMBIA
FILIPINAS	HONDURAS	CHINA	ECUADOR	COLOMBIA	ECUADOR	CHINA	COLOMBIA	COSTA RICA
HONDURAS	INDONESIA	HONDURAS	EL SALVADOR	COSTA RICA	ECUADOR	CHINA	ECUADOR	ECUADOR
INDONESIA	JAMAICA	INDONESIA	EL SALVADOR	CHILE	HONDURAS	ECUADOR	ECUADOR	FILIPINAS
JAMAICA	JAPÓN	JAMAICA	HONDURAS	CHILE	INDIA	FILIPINAS	FILIPINAS	HONG KONG
JAPÓN	KENIA	JAMAICA	HONDURAS	ECUADOR	INDONESIA	HONDURAS	HONDURAS	INDONESIA
KENIA	MÉXICO	MÉXICO	HONG KONG	HONDURAS	INDONESIA	INDIA	HONDURAS	HONG KONG
MÉXICO	NICARAGUA	NICARAGUA	HONG KONG	HONDURAS	MALASIA	INDONESIA	JAMAICA	JAPÓN
SINGAPUR	SINGAPUR	PANAMÁ	INDONESIA	INDONESIA	MÉXICO	JAMAICA	INDONESIA	MALASIA
TAIANDA	TAIANDA	SURINAM	JAMAICA	JAMAICA	PANAMÁ	MÉXICO	JAMAICA	NZELANDIA
TAIWAN	TAIWAN	TAIANDA	KENIA	KENIA	NICARAGUA	HICARAGUA	JAMAICA	NICARAGUA
		TAIWAN	MALASIA	MALASIA	TAIANDA	JAPÓN	JAPÓN	PANAMÁ
		TANZANIA	MÉXICO	MÉXICO	TAIWAN	PARAGUAY	PARAGUAY	SURINAM
		VIETNAM	NICARAGUA	NICARAGUA	TAIWAN	SURINAM	SURINAM	TAIANDA
		ZIMBAWE	SINGAPUR	SINGAPUR	ZIMBAWE	TAIANDA	TAIANDA	TAIWAN
			PANAMA	PANAMA	TAIWAN	TAIWAN	TAIWAN	TANZANIA
			TAIANDA	TAIANDA	TAIWAN	URUGUAY	URUGUAY	VIETNAM
			TAIWAN	TAIWAN	ZIMBAWE	VENEZUELA	VENEZUELA	
						Vietnam	Vietnam	

15

15

19

20

20

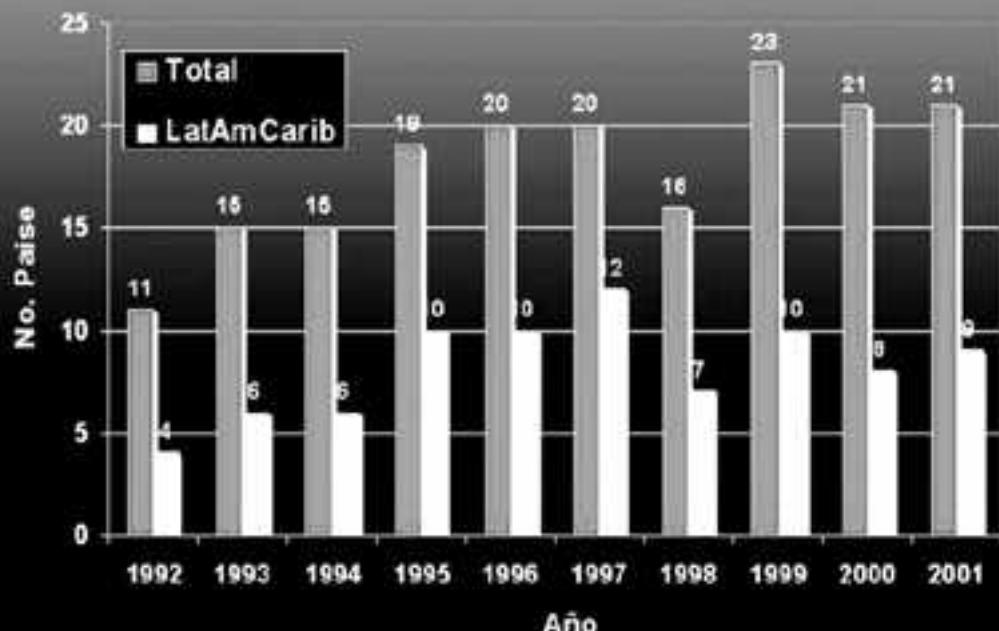
16

23

21

21

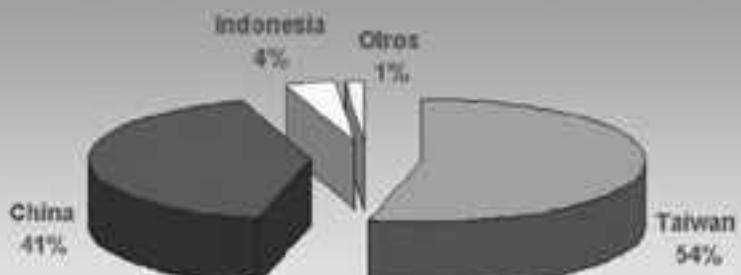
### No. Países Exportadores de Tilapia a los EEUU



### Países exportadores de tilapia a los EEUU, Filetes frescos y congelados, Enteros congelados, cantidades totales y valor

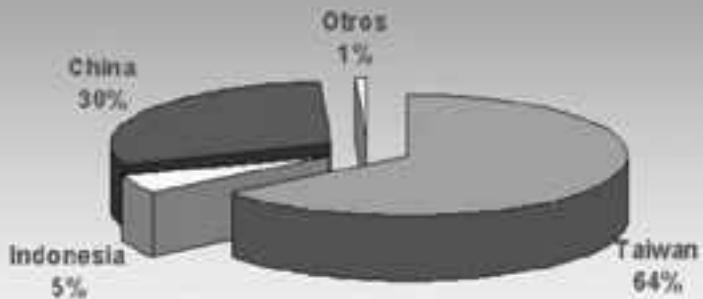
Año	No. de Países	Filetes Frescos Kg	Filetes Congelados Kg	Enteros Congelados Kg	Total Kg	Valor Total US \$
1992	11	215.920	145.257	3.927.557	3.368.734	6.016.115
1993	15	586.128	612.343	10.046.469	11.244.940	18.029.286
1994	15	890.414	2.347.334	11.317.819	14.666.567	26.584.901
1995	19	1.460.459	2.166.362	12.062.999	15.689.818	34.647.526
1996	20	2.541.915	1.118.889	15.267.445	19.028.248	43.017.497
1997	20	2.823.182	2.498.848	19.122.331	24.444.361	49.464.960
1998	16	3.589.702	2.696.226	21.534.444	27.820.372	52.740.016
1999	23	6.309.763	4.971.376	27.293.458	37.674.637	81.896.969
2000	21	7.501.841	5.186.986	27.781.272	40.469.019	101.377.857
2001	21	10.236.849	7.371.772	38.729.628	56.337.449	127.796.548

## Oferta de Tilapia a los EEUU desde Asia en el año 2000



100 % : 32.867 TM

## Oferta de Tilapia a los EEUU desde Asia en el año 2001

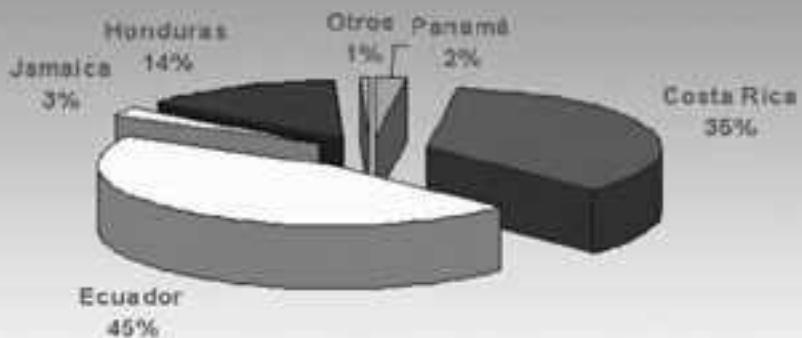


100 % : 46.030 TM

## Miami Centro de Distribución

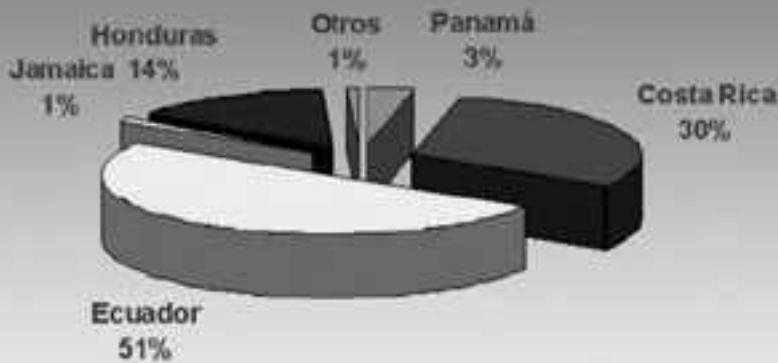


## Oferta de Tilapia a los EEUU desde Latinoamérica para 2000



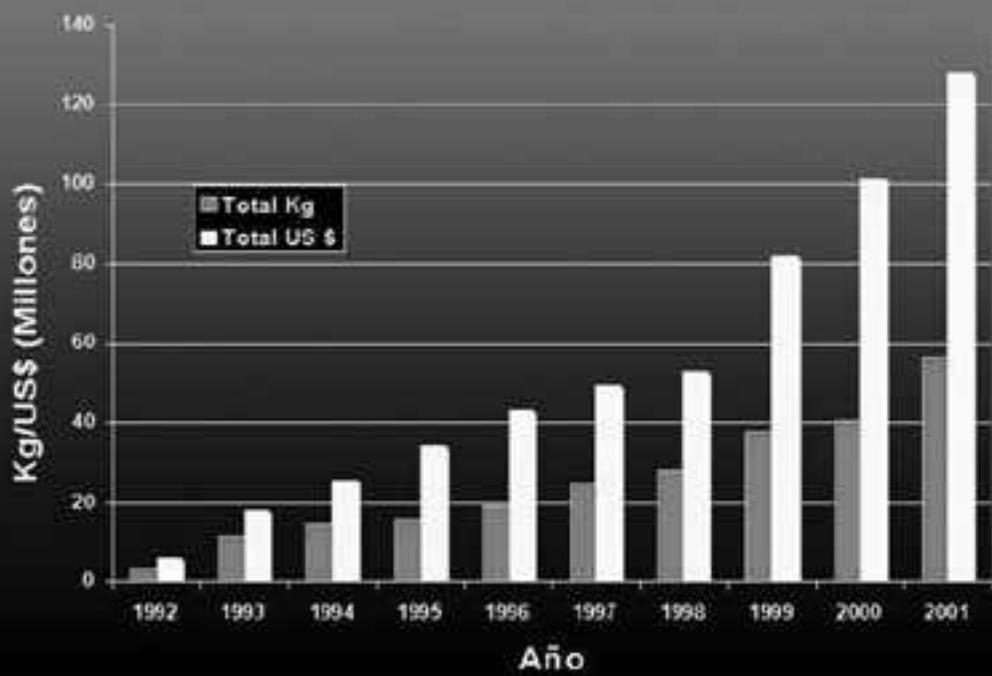
100 % : 7.579 TM

## Oferta de Tilapia a los EEUU desde Latinoamérica para 2001

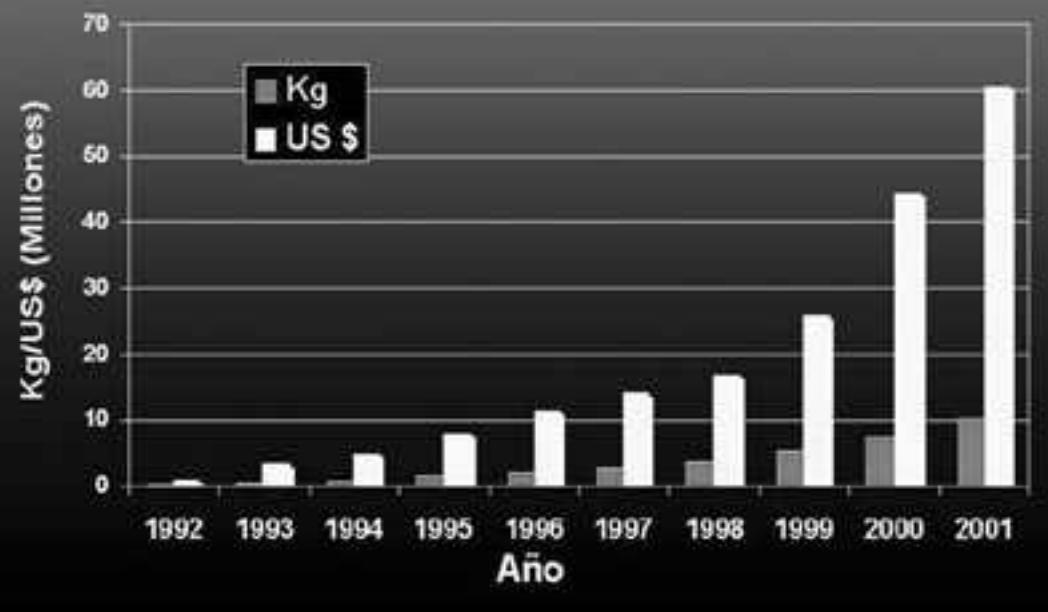


100 % : 10.254 TM

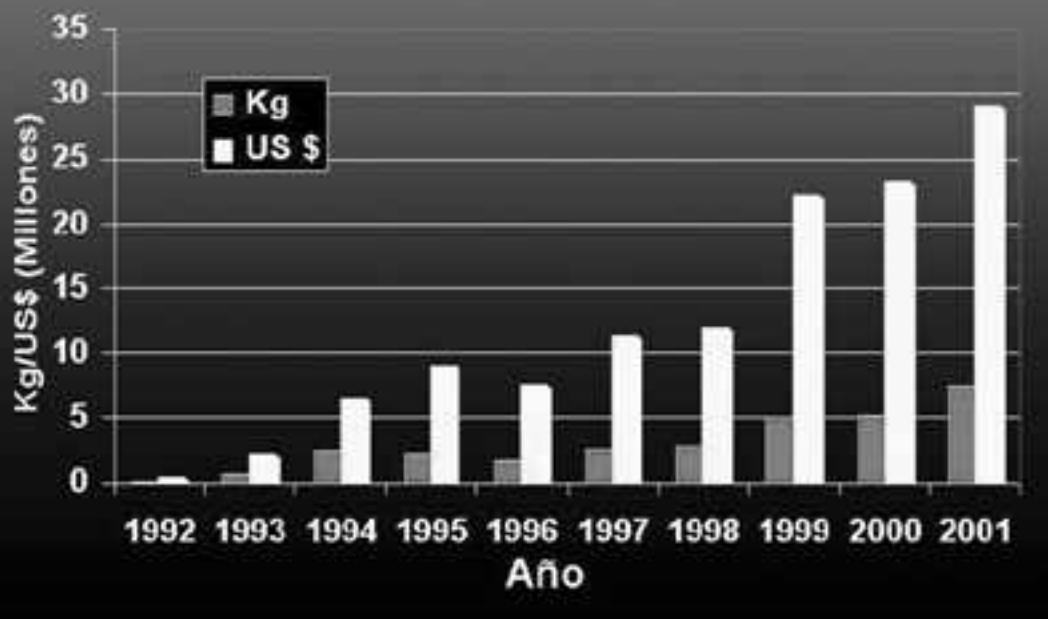
## Exportaciones Totales a los EEUU



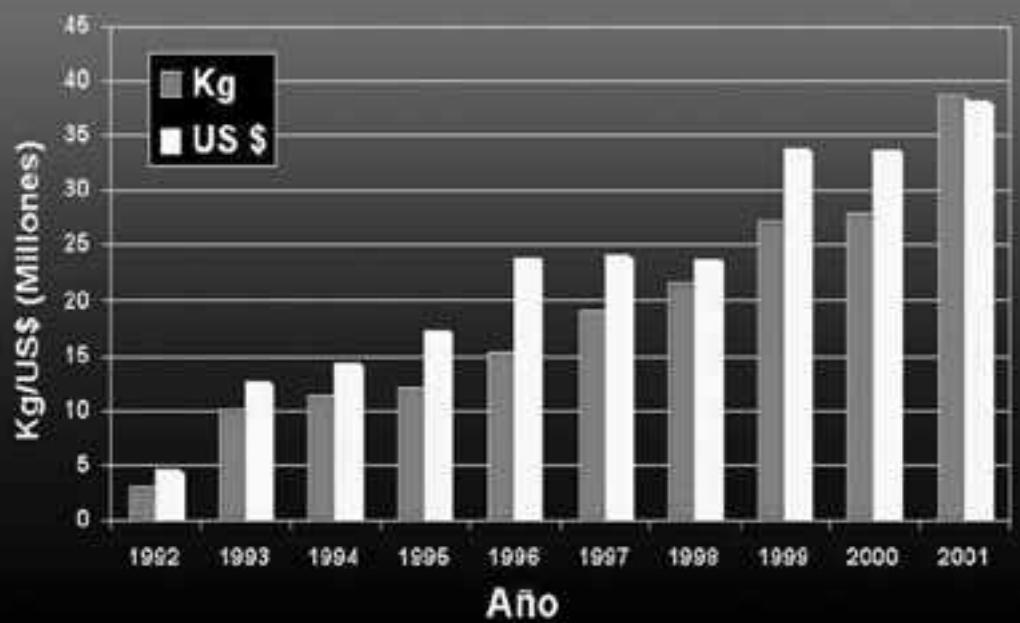
### Exportaciones de *Filetes Frescos* a los EEUU



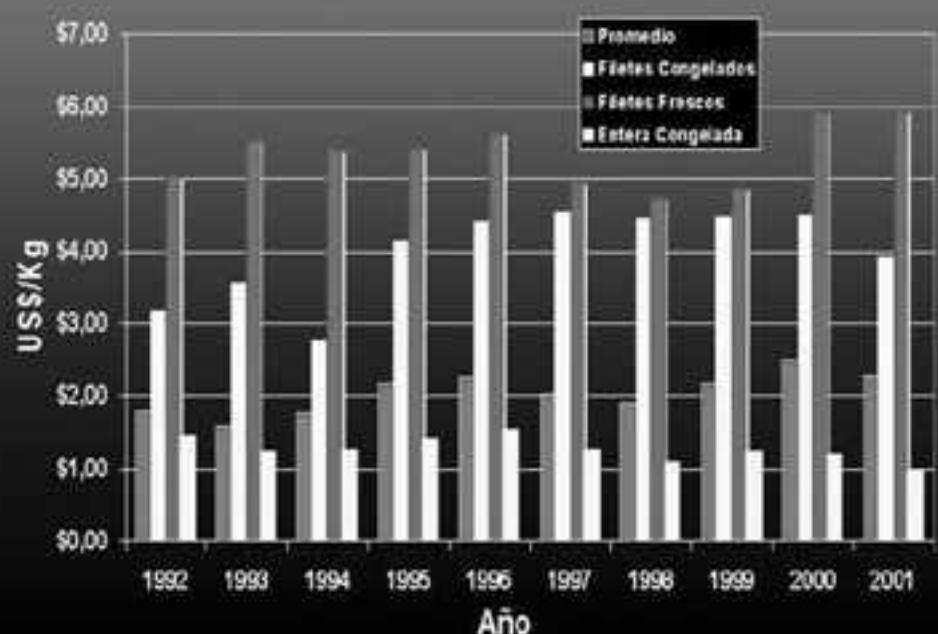
### Exportaciones de *Filetes Congelados* a los EEUU



### Exportaciones de *Entera Congelada* a los EEUU



### Precios Promedio (US\$/Kg) en EEUU



## Exportaciones de Tilapia de Ecuador a los EEUU Enero-Octubre de 2000

	FILETES FRESCOS	FILETES CONGELADOS	ENTERA CONGELADA	TOTAL
Kg	3.252.514	170.448	24.233	3.447.195
US\$	21.031.348	849.799	120.703	22.001.850
US\$/Kg.	6.71	4.96	4.98	6.61

Fuente: National Marine Fisheries Service (USA)

Elaborado: Cámara Nacional de Acuacultura del Ecuador

## Competitividad y crecimiento sostenido

Procesamiento para la elaboración de  
porciones apanadas y congeladas  
tipo "nugget"



Materia Prima

Corte Mariposa



Deshuesado mecánico



Pulpa y desperdicios

## Competitividad y crecimiento sostenido (cont'd) ...



Mezcla de ingredientes



Pulpa moldeada



Congelación por contacto



Porciones cortadas



Porciones cocidas



Evaluación del producto



# ETAPA INTERROGATIVA

**L**a información presentada por los especialistas en la Etapa Informativa, permitió que los asistentes tuvieran un marco conceptual acerca de la situación que guarda tanto el cultivo de la tilapia como su comercialización. Esta sesión permitió además de la aclaración de dudas de los temas expuestos, el intercambio de opiniones entre los participantes.

Durante esta etapa de asistencia abierta, se generaron 29 preguntas, comprendiendo la gran mayoría aspectos de mercado y comercialización del producto. También causaron gran interés los temas relacionados con la eficiencia y los costos de operación por el uso de filtros, calidad del agua, sanidad, genética y aspectos de tecnificación de procesos.

Asimismo, se observó una necesidad de información acerca de aspectos de financiamiento, especialmente los relacionados con la asesoría para acceder a estos créditos. Además, existieron comentarios sobre organización del sector y disponibilidad de crías de otras especies como Pescado Blanco y Lobina.

# SESIÓN DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS



1

*¿Es necesaria la implementación de filtros en el sistema?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** No se requieren filtros mecánicos, sólo en la última etapa del ciclo de cultivo, en donde existen biomassas importantes, tanto de tilapia como de alimento suministrado al sistema y que pueden ocasionar problemas, sobre todo por la calidad del alimento que contenga demasiada partícula fina o que no tenga una flotabilidad lo suficientemente larga para que la tilapia la ingiera. Si el alimento empieza a precipitarse o los finos del alimento se empiezan a depositar en el fondo, entonces sí habrá necesidad de colocar un sistema previo de algún filtro mecánico, de arena u otro tipo. En resumen: si la calidad del alimento lo permite, no es necesario un filtro previo.

2

*¿Hay cálculos del incremento de costos operativos por la utilización de sistemas de recirculación?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** El incremento en costos radica en el consumo de energía eléctrica. En términos de operación, lo único que se realiza es un bombeo extra para regresar el agua a la tina, porque finalmente el agua se elimina por gravedad y estos filtros rotativos se mueven por movimiento de agua. En algunos casos hay que colocar fibras aireadoras. De cualquier forma, la aireación hay que ponerla para los sistemas en las tinas. Por lo tanto, el único costo adicional es una bomba extra y regresar el agua al sistema. Con la tarifa preferencial que se tiene para la agricultura y acuacultura, el costo no es tan significativamente importante. En el caso de la granja que opera en Chetumal, donde hay alrededor de 18 motores trabajando, pagamos cerca de 12 mil pesos al bimestre, es decir, que no es un impacto considerable.

# 3

*¿Qué utilidad puede darse al residuo del filtrado mecánico?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** En el caso de zonas donde hay poco suelo, como en el caso de Yucatán, puede utilizarse el fondo de oxidación de la laguna para la formación de pisos o bordos. En el caso del Programa de Acuacultura Rural en Yucatán, las tinas están asociadas a viveros para producción de cilantro, perejil, sandía, lechuga y en algunos casos, para la producción de pitahaya. En Yucatán, el agua se está utilizando para el riego y el desecho para formar suelos.

# 4

*¿Cómo controlar los altos niveles de nitratos, nitratos y la alta alcalinidad en sistemas de recirculación?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** Ese es el enemigo a vencer en ese tipo de sistemas: el amonio y en general, el nitrógeno total. Ese tipo de filtros rotativos son muy bondadosos, han funcionado muy bien. Sin embargo, habrá que tener mucho cuidado con el amonio y la alcalinidad. Sobre todo porque estos sistemas exigen una aireación constante de 24 horas al día y un monitoreo constante de todos los parámetros, fundamentalmente del pH. Lo que va a matar las tilapias finalmente, es el oxígeno disuelto o el amonio. La respuesta sería: una aireación constante y vigorosa las 24 horas.

# 5

*¿Cuál es la demanda por tilapia de México?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** La demanda ha crecido. En el caso específico del sureste, tenemos un fenómeno muy especial: la Riviera Maya. Todos estos hoteles que se desarrollaron entre Cancún y Tulum han puesto su atención en la tilapia por ser fresca, barata, con disponibilidad todo el año y permite planear los bufets semanales. En el caso de Cancún, es un mercado muy específico e interesante. La Viga, en México, D.F., creo que ha crecido y en las zonas de Guadalajara, el Bajío y Veracruz se dan otros mercados regionales muy importantes. La gente que tiene su granja, vende la tilapia a pie de estanque, frita o guisada y le ha ido muy bien. Un ejemplo de esto es lo que pasó en el estado de México con la trucha. Las granjas sobrevivieron gracias a que la mayoría de su venta fue a pie de bando. Los consumidores llegan, pescan, les pesan los 5 ó 6 kilos y se los guisan y ese es el gran éxito de estas granjas. Creo que este es el rumbo que tomará la explotación de la tilapia.

# 6

*En Tabasco tenemos cuerpos de agua de 1 y 2 hectáreas y una profundidad de 8 m promedio que una vez fueron bancos de arena, ¿considera que dichos cuerpos son aptos para la engorda de tilapia? ¿Será necesario aplicar equipo tecnológico?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** Sin conocimientos es difícil afirmarlo, pero me parece que sí, por el tipo de suelo. La arena es muy fácil de manejar en términos de calidad de suelo. La única pregunta sería si el agua es de manto freático o es agua de lluvia, aunado al poco o mucho recambio que pudieran tener esos cuerpos. Estuvimos trabajando en lagunas artificiales de 10 hectáreas cada una y con una profundidad promedio de 3 ó 4 m. Se construyeron en Yucatán, de donde extraen piedra y un material que se llama “sascat”, que es una especie de arcilla típica de la zona sureste. Se colocaron hasta 150 jaulas sembrando 100 tilapias por m<sup>3</sup> en cada jaula y se tuvo que colocar un sistema de aireación accionado con diesel, muy eficiente, y una línea de distribución con difusores de baja presión en cada jaula. Eso permitió mantener sin ningún problema el ciclo de engorda. En el caso de cuerpos lagunares, como en donde trabaja el Ing. Roberto Solís, son tan grandes que permiten poner un buen número de jaulas sin que el oxígeno caiga y no necesita aireación. Sin embargo, en este tipo de cuerpos tan pequeños o relativamente pequeños, donde no hay aporte de agua constante, creo que sí habría que poner cuando menos aireación o algún manejo con probióticos para controlar la materia orgánica.

7

*¿Qué densidad de carga mínima se requiere para lograr un cultivo en jaulas rentable?*

8

**(M. en C. Sergio Monroy)** Me parece que 50 m<sup>3</sup> es lo mínimo rentable, aunque depende mucho de si se trata de un cultivo de autoconsumo, pues con que tenga unas 4 ó 5 tilapias es suficiente.

*¿Cuál es el precio por kilo de tilapia en la puerta de la finca? ¿Cuál es el precio por mayoreo y menudeo?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** Varía mucho dependiendo de la época del año, pero en términos generales, estamos hablando de \$18 a \$20 pesos el kilo, entera, en la granja. En la temporada de cuaresma, alcanza hasta \$25 a \$28 pesos el kilo de tilapia de 450 g a 600 g. En nuestro caso específico, logramos un acuerdo con una cadena de supermercados para venderle directamente el producto tratando de encontrar un mejor precio. Logramos un acuerdo de \$22 pesos el kilo a lo largo del año, lo cual tiene ventajas y desventajas, porque en épocas de \$18 se ve muy bien, pero en épocas de \$25 ya no se ve tan bien. Al menos, permite planear mejor las cosas, sabemos que hay un precio estable y hay un acuerdo comercial.

**(Ing. Roberto Solís Bernant)** En mi caso, influye la temporada y las tallas, las que también son determinantes. La mojarra grande siempre es mejor pagada que la mediana y la pequeña. Normalmente, a pie de granja, fresca y eviscerada, la mojarra grande oscila alrededor de 24 ó 25 pesos el kilo, la mediana alrededor de los 20 pesos el kilo. Respecto de la chica, no cosecho animales de esta talla porque los pagan a 13 pesos el kilo y no es rentable, prefiero esperar a tener animales de 350 g en adelante, de preferencia de 500 g.

# 9

*¿Se requiere la reversión hormonal de la tilapia en jaulas? ¿A qué edad?*

(Ing. Roberto Solís Bernant) Estoy llevando a cabo la engorda con animales sin revertir, sin sexar, incluso machos y hembras indistintamente. He hecho la engorda con animales sexados también, revertidos, y no he notado gran diferencia en mi particular caso. En todos los peces hay un crecimiento muy desigual, ya sean revertidos o sin sexar, y esto lo soluciono al momento de hacer mi desdoble de animales. Después de mi periodo de pre engorda, separo los animales grandes de los medianos y los chicos. Muchas veces, he detectado hembras que crecen tan eficientemente como muchos machos y también machos que se quedan rezagados como muchas hembras. Entonces, al menos en mi particular caso, no ha habido diferencia.

# 10

*¿Cuáles son las densidades máximas de carga en jaulas, dimensiones, población inicial y población final?*

(Ing. Roberto Solís Bernant) La densidad final con la que termino mi proceso de engorda es de 70 animales por  $m^3$ . Hay quienes recomiendan que se pueden tener densidades mayores, de 100 ó 150 animales  $m^3$ . En cierta ocasión hice una prueba de engorda con 100 animales por  $m^3$  y no fue satisfactoria, y eso, a pesar de que la calidad de agua era excepcional. Siempre tuve niveles de oxígeno disuelto entre 6 y 10 mg/l, se dieron altos recambios de agua del sistema por la aireación natural de la laguna. Son jaulas pequeñas de 3 x 3 x 1 \_ m de profundidad. Se inicia la pre engorda a una densidad bastante alta: se siembran 10,000 animales en una jaula de pre engorda de 36  $m^3$ . En tres meses, los animales tienen entre 50 y 100 g en promedio. Se desdoblan y siembran a una densidad de 70 animales por  $m^3$ . Repito que hay quienes recomiendan que el sistema puede funcionar bien a densidades mayores, pero en mi experiencia no fue así. Por lo tanto, he seguido trabajando con esa densidad y me está funcionando bien.

(Biól. Mar. Javier Enrique Álvarez Barrera) Realmente la densidad por jaula la determina el medio en el que se da. Hay que determinar la capacidad de carga real en una jaula, estanque, embalse o en el sitio donde se vaya a hacer el cultivo. Por otro lado, les comento que en Colombia se experimentó con jaulas de 1.50 x 1.50 x 1.50 m; jaulas un poco más grandes de 3 x 2 y jaulones circulares de 12 m y 8 m de diámetro, con una profundidad de 1.7 m ó 1.5 m.

# 11

*¿Cuáles son las principales enfermedades que atacan a la tilapia, síntomas y medidas de control?*

(Ing. Roberto Solís Bernant) En mi caso particular, he tenido algunos brotes infecciosos ocasionados por la bacteria *Flexibacter columnaris*, la cual ha causado algunas epizootias. Se lograron controlar con oxitetraciclina.

La epizootia más grave que se presentó hace como 3 años con *Flexibacter* ocasionó una mortalidad de alrededor del 50%. Se ha tenido la experiencia con un brote de *Epystilis*, un protozoario que también se logró controlar. Actualmente, se han adoptado algunas medidas preventivas en las granjas y han estado libres de epizootias graves.

## 12

*¿En sus cultivos, se ha presentado alguna enfermedad que pueda afectar la salud del consumidor o disminuir la calidad del producto?*

**(Dr. Kevin Fitzsimmons)** En algunas granjas de los EE.UU. y Canadá, se presentó una enfermedad ocasionada por estreptococos, que enfermó a algunas personas por manejar el pescado, desarrollando una infección generalizada del cuerpo. Sin embargo, cuando la gente desarrolló un sistema más efectivo de tratamiento del agua en sus sistemas de recirculación, este problema de enfermedad desapareció. No existen reportes de que alguien haya estado enfermo por muchos años. Con relación a los parásitos, en algunos países hay gusanos que infectan la tilapia y que al consumirlo crudo, las personas pueden contagiarse. Sin embargo, esto es muy raro. Personalmente, no he escuchado casos así en acuacultura.

**(Biól. Mar. Luis Fernando Castillo)** Hay dos graves problemas en los cultivos que sí afectan la calidad del pescado: uno es ocasionado por las redias del caracol. Estos caracolitos son transportados por las garzas a los cultivos intensivos y semi intensivos, infectan la tilapia y ocasionan gravísimos problemas en la presentación, el ojo se le sale de la órbita al pez. No tiene consecuencias problemáticas para el consumidor, pero es un animal de una pésima presentación. Otro problema son los huevos de las ostras, ostiones o almejas porque se adhieren al pez. No lo afectan, pero la presentación al consumidor sí se ve afectada por ese tipo de enfermedades. Estas son las dos condiciones que sí afectan directamente al mercado y que sí hemos tenido que enfrentar. Son reales y existen, pero son problemas del manejo de cultivo, del manejo mismo del medio, no tanto de la tilapia.

## 13

*¿Es seguro para la salud el uso de monóxido de carbono en el proceso de congelación? ¿Qué normas aplican?*

**(Dr. Kevin Fitzsimmons)** El monóxido de carbono se usa comúnmente en Asia como un conservador. Hace que el pescado se vea muy fresco, aún después de congelado, conserva un color blanco y un rojo brillante a la mitad del filete. No hay ninguna preocupación de tipo sanitario, pero en los E.U.A. se considera como un tratamiento del pescado y se debe etiquetar. En otros países no lo permiten, como Japón y la Unión Europea, así que si alguien va a hacer esto, será importante que se indique en la etiqueta. También es importante determinar cómo se producirá el monóxido de carbono e informar a los trabajadores sobre los riesgos de trabajar con este gas venenoso.

14

*¿Porqué considera usted que el precio de la tilapia podría permanecer estable a pesar de los incrementos en los costos de producción? ¿Puede esto llevarnos a un punto sin retorno?*

**(Dr. Kevin Fitzsimmons)** Esto es algo que nosotros observamos en varios cultivos, como con el salmón y el bagre, en el sentido de que cuando se trata de una mercancía tan grande es muy difícil elevar más el precio debido a que hay tanta producción cada año. Por lo que hemos visto en todos estos cultivos es que el precio llega a un nivel y se estabiliza. Si bien los costos de producción del alimento, mano de obra, energía, etc. aumentan, la única manera de ser rentable es mejorar la productividad y la eficiencia.

15

*¿Qué tipo de acciones está efectuando la Universidad de Arizona con la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco?*

**(Dr. Kevin Fitzsimmons)** Específicamente estamos trabajando con el Dr. Wilfredo Contreras en un policultivo de tilapia y camarón. Igualmente, el Dr. Contreras ha trabajado adicionalmente con una reversión sexual de tilapia usando fitoquímicos.

16

*¿Existen fabricantes de maquinaria para el procesamiento de tilapia en la frontera norte?*

**(Dr. Kevin Fitzsimmons)** No sé de ningún equipo de equipo para procesamiento que esté siendo fabricado. Todo el equipo que yo conozco se trae de otros países, pero existen equipos para procesamiento de otras especies de pescado que podrían ser utilizados para tilapia.

17

*¿Qué recomendaría para un banco genético: organismos importados, capturar silvestres o combinar las dos opciones?*

**(Dr. Roger W. Doyle)** Si tienen una especie que ya ha mejorado en la acuacultura con base en a un programa genético o por una selección en la domesticación, entonces, se debe trabajar para mantener la diversidad del animal domesticado, porque junto con la diversidad genética ustedes han acumulado alguna mejora genética. Si se incluye un animal silvestre para mezclarlo, entonces se agrega más diversidad genética y van a revertir sus tendencias de producción. Se debe tener mucho cuidado con la introducción de animales silvestres en un banco genético, ya sea una cepa privada o si se trata de una medida de conservación gubernamental. Sin embargo, si se tiene una cepa que ya es terrible, no solamente porque ha perdido su diversidad sino porque puede haber perdido las características deseables de producción, se debe reemplazarla lo antes posible, siempre aplicando el buen juicio sobre el origen de las cepas.

# 18

*¿Qué técnicas moleculares se utilizan para la identificación de líneas genéticas de tilapia u otras especies, para conocer el grado de homocigosis de éstas, si utilizan microsatélites, ADN mitocondrial o cuáles consideran en sus investigaciones que sean más adecuadas y prácticas para esto?*

**(Dr. Roger W. Doyle)** Nosotros utilizamos microsatélite y algunos otros tipos de marcadores. Estos marcadores son utilizados para estudios de pedigrí, no para una selección asistida de genes particulares y sus marcadores. Yo contrato el trabajo a laboratorios que proporcionan este tipo de análisis de marcadores y nos regresan los números y esto, lo hacen a un costo efectivo, así que personalmente yo no estoy haciendo manipulación de peces en el laboratorio.

# 19

*¿Dónde puedo conseguir alevinos de pescado blanco y de lobina negra?*

**(M. en C. Sergio Monroy)** *En el caso del pescado blanco es complicado conseguir alevinos.*

**(Biól. Víctor Arriaga Haro)** La reproducción de pescado blanco está en etapa experimental. La Subdelegación de Pesca de SAGARPA tiene un Centro Acuícola en Tizapán, el cual realiza investigaciones en este sentido para lograr la producción masiva de pescado blanco. De igual manera, el CRIP Pátzcuaro está haciendo investigaciones al respecto. En cuanto a crías de lobina, también hay varios centros en donde se pueden conseguir, tenemos uno en Aguascalientes, en Pabellón, y hay otro en el estado de Tamaulipas, por mencionar dos.

# 20

*¿Por qué el gobierno de Jalisco minimiza a las asociaciones si éstas están formadas por profesionistas, técnicos, investigadores y productores, no dando participación en la toma de decisiones en las Cadenas Productivas de pescado y acuacultura?*

**(Biól. Víctor Arriaga Haro)** Esta es una pregunta muy interesante y polémica, hasta cierto punto. No sé cuál es el objetivo de hacer esta pregunta en este foro, pero tiene una respuesta. No es que se minimice la participación de una asociación que sea de reciente creación. La asociación tiene el reconocimiento del Gobierno del Estado. Queda claro que los reconocimientos se ganan, no se piden solamente. A la asociación se le va a dar su reconocimiento en el momento que trabaje para los productores. Siempre han estado las puertas abiertas para los productores. En este momento no tenemos solicitudes de proyectos que vengan con membrete de una asociación. Apoyamos a productores que se nos acercan. Como profesionistas, creo que todos los productores de Jalisco y de otros estados, estamos necesitados de este tipo de personas: de profesionistas que elaboren proyectos para beneficio de los mismos productores. Hay recursos tanto en el gobierno federal (Alianza para el Campo) como en el Gobierno del Estado, para los pagos de la elaboración de este tipo de proyectos y si van en beneficio de los productores, con más razón. Las puertas están abiertas para asociaciones o en forma individual.

21

*¿En dónde podemos adquirir crías cerca de la zona de Ameca?*

**(Biól. Víctor Arriaga Haro)** Necesitamos saber qué tipo de crías requieren los productores. Si estamos hablando de acuacultura de autoconsumo, el Gobierno del Estado cuenta con cinco centros productores de crías. Si son para un cultivo comercial, en el estado de Colima y en San Luis Potosí se están obteniendo producciones importantes de crías, en este caso de tilapia masculinizada. Si se trata de carpas, está el centro productor de Tizapán, de la Subdelegación de Pesca, que puede apoyar.

22

*¿Cómo lograr bajar los costos de producción?*

**(Biól. Mar. Luis Fernando Castillo)** La única manera de bajar costos de producción es asociándose, porque cuando uno se asocia y trabaja en grupo, los volúmenes e insumos que uno requiere son mayores. Otra forma de bajar costos, es tratar de llevar al máximo explotable el sitio donde uno produce, porque muchas veces la obsesión son los costos, aunque creo que importa más la rentabilidad que la misma inversión. Mientras yo tenga un costo muy elevado pero tenga una alta rentabilidad, eso no me está afectando mucho. La base del trabajo es la unión, hay que unirse para producir conjuntamente. No es lo mismo ir yo a comprar una tonelada a que vayamos 100 y compraremos 100 toneladas. Recuerden que en este negocio, punto que uno ahorra punto que uno gana.



# 23

*¿Cuántos millones de dólares calcula usted que debe incorporar el gobierno mexicano y la banca privada, para que México ocupe un lugar aceptable en el mercado de exportación de tilapia?*

**(M. en C. César Alceste)** Creo que para esa respuesta habría que analizar algunos intereses económicos que pueda desarrollar el gobierno mexicano como estrategia hacia terceros países. Normalmente, no hay una regla que se permita aplicar. Para el caso específicamente de los países latinoamericanos, no hay un monto definido. Lo que se estila en estos casos, es que la persona que tenga la mejor habilidad de logística, es quien debería estar al frente para hacer las gestiones con el gobierno para captar algunos recursos o si no, crearlos.

Yo tuve la experiencia de trabajar muy estrechamente con la Secretaría de Pesca, en el periodo 1991 a 1993, en la época del embargo atunero para México y Colombia. Lo que se hizo fue capitalizar el embargo atunero que tenía México. De esta manera se lograron una serie de cosas buenas para la acuacultura y a partir de ese momento la tilapia y la camaricultura tomaron más importancia en México. Esto es un trabajo de grupo, porque ningún banco oficial le va a dar a nadie una gran cartera para acuacultura. Lamentablemente, las cosas no funcionan así, porque sólo desde hace muy poco tiempo la actividad de acuacultura se ha llevado al cabo de manera ordenada en la región, no existe la tradición histórica que permita a los banqueros definir tamaños de inversión en su cartera de agronegocios.

**(Biól. Mar. Luis Fernando Castillo)** En Colombia tuvimos una experiencia con los incentivos de crédito. Un banco oficial prestaba si la inversión y la infraestructura tenían un sentido social, le reconocían a uno entre el 20 y el 40% de la inversión, o sea que de cada 100 millones de pesos que yo prestaba, 20 ó 40 millones me los regalaba el gobierno, porque yo estaba apoyando el desarrollo social con esa inversión. Aquella fue una muy buena política.

# 24

*Se mencionó en una plática sobre cadenas de supermercado, que alguien importaba el 80% de sus productos y los vende en el norte de México, porque países como China y Taiwán los venden más baratos que México y Latinoamérica, ¿cuál es la opinión del panel en general y sobre todo la preocupación a futuro de esta tendencia?*

**(Biól. Mar. Luis Fernando Castillo)** Uno de los grandes problemas que hemos tenido en Colombia es que cuando tenemos un precio muy atractivo, lo primero que pensamos es que nos van a invadir los asiáticos, porque para ellos es muy rentable venderlo a nosotros. Sin embargo, nosotros estamos protegidos con un arancel para ese producto, el cual lo vuelve tan costoso para cualquier país que no sea andino, que no vale la pena enviárnoslo, mientras que de Venezuela y Ecuador entra sin problemas. Pero hacia el exterior, se le

exige pago de arancel, lo que evita una competencia con la producción nacional. Si no hay una política para protegerlo a uno, todo es muy complicado. Nosotros teníamos un problema grave: que la tilapia ecuatoriana entraba muy barata a Colombia (es más barata la tilapia ecuatoriana que la colombiana). Entonces nos unimos, comenzamos a trabajar y bajamos nuestros costos de producción. Ahora, estamos vendiendo un producto al mismo precio y fresco pero ellos tienen que vender un producto al mismo precio, congelado y de no muy buena calidad, o sea, nosotros mismos tomamos la decisión de protegernos y no esperamos una decisión del gobierno sino que nos volvimos eficientes hacia el interior para poder protegernos. Sin embargo, la amenaza siempre estará ahí, presente.

## 25

*¿Que se debe hacer para involucrar al comprador, para que invierta junto con el productor y hacer más fácil el manejo?*

**(M. en C. César Alceste)** La tendencia es la consolidación del negocio en unidades estratégicas, específicamente, la parte de producción, la parte de transformación y la parte de venta, están cada vez más definidas. Sin embargo, tanto en los E.U.A. como en algunos países europeos, ya se está viendo cómo el riesgo es compartido entre todas las unidades. Hay grandes compañías que tienen la capacidad de invertir en la parte de producción, pero con administraciones separadas, es decir, que si una falla no se arrastra a la otra y así se evita que las dos colapsen.

En la acuacultura es importante definir el tiempo que uno quiere permanecer en esta actividad. Hay quienes se enamoran de la actividad durante tres o cinco años, luego, inmediatamente se salen. Hay otros que ven el negocio a muchísimo más largo plazo, como un mecanismo de subsistencia económica y ahí es cuando se da disponibilidad para invertir y reinvertir utilidades. En la medida en que uno va afianzando esos vínculos entre las partes involucradas, se puede pretender un matrimonio aguas arriba y aguas abajo. De otra manera, si hay algún tipo de señal que no garantice seguridad, cada quien se va a quedar en su rincón del mundo, tratando unos de producir y mejorar técnicamente y otros de colocar sus productos. Así nace la actitud de “si tú me fallas como proveedor inmediatamente te elimino y me busco al de al lado” y no se estrecha ese vínculo donde se comparten riesgos y beneficios. De manera que, según sea el tamaño de las partes, se puede aceptar un poco de riesgos hacia abajo o hacia arriba, pero no hay una respuesta precisa cuál es la fórmula óptima. No funciona así. Las personas se exponen económicaamente de forma permanente con un producto como la tilapia y ciertamente que nadie va a hacer una locura e invertir alegremente. Hay que conocerse entre las partes y afianzarse. Eso se puede lograr también a través de lo que dijo Luis Fernando de la asociación, alianzas estratégicas entre los diferentes componentes de la Cadena Productiva.

**(Biól. Mar. Javier Enrique Álvarez Barrera)** Entre las estrategias con las cuales el gobierno debe estar comprometido para proteger a sus productores, no está solamente la de los aranceles. Existen otras estrategias, mecanismos que el gobierno puede adoptar para protegerlos, como la sanitaria. Tenemos problemas en Colombia, puesto que la mayoría del producto que entra del Ecuador y de Venezuela es de contrabando. Se reporta entrada de una tonelada pero “por debajo” entran diez. Entonces, tenemos el problema de que no hemos logrado que el gobierno ponga sanciones sanitarias a estos productos para evitar que entren a Colombia y seguimos siendo muy atractivos como mercado para nuestros vecinos. Les sugiero que piensen en estas posibilidades para protegerse de los mercados externos, pero como primera medida, la mejor forma de protegerse es siendo más competitivos y produciendo a menor precio y con mejor calidad.

26

*¿Cuáles son los costos aproximados de producción?*

**(Biól. Mar. Luis Fernando Castillo)** Respecto del costo producción, tenemos estimado un tope, del cual no podemos pasar. Tenemos un programa de computación que da la señal de alarma si nos estamos acercando o vamos a pasar del costo de producción. Con producto de filete, si queremos ser competitivos, no podemos superar los 60 centavos de dólar por kilo producido. Si nos salimos de ese rango, no ganamos. Un centavito de más ya nos pone en problemas. ¿Cuánto necesito para producir un kilo de filete? Necesito un mínimo de 3 animales. Hasta ahí, se está hablando de un dólar con 80 centavos. Despachar ese kilo por avión, se calcula entre 60 y 70 centavos de dólar por kilo. Los trámites de nacionalización, distribución y demás que hay que hacer en Miami, siguen aumentando la cuenta. Es por eso que no podemos pasarnos de 60 centavos de dólar por kilogramo, porque hay que comenzar a sumar muchísimas cosas. La tramitología para importaciones del país de origen le cobra a uno casi el 3% del valor de venta, además de pagar seguros, afianzamientos y transporte. Una de las soluciones que también hemos encontrado en EE.UU. para poder ser eficientes, es contar en ese país con un vendedor de nuestro producto. No le vendemos a un mayorista sino a nuestro vendedor, el cual ofrece el producto y gana un porcentaje sobre lo colocado.

27

*¿En estanques rústicos de media hectárea, con una profundidad de 1.5 m, se puede dar la inversión térmica o no existe ese riesgo?*

**(M. en C. Andrés Piedrahita)** Lo que va a afectar la producción en este tipo de estanques van a ser las condiciones anóxicas en los

sedimentos. No va a haber inversión térmica porque casi todo el perfil del agua va a ser productivo. Sin embargo, si se alimenta de manera concentrada una buena parte del estanque y hay desechos sólidos que se acumulan, se van a generar malas condiciones y anoxia, produciéndose gas metano y sulfitos. Más bien se debería preocupar uno por la condición de los suelos, no por la inversión térmica. Arados y encalados entre diferentes ciclos son manejos interesantes.

**(Biól. Mar. Javier Enrique Álvarez Barrera)** No sólo hay que verificar los fondos, también la calidad del alimento es crítica en la anoxia que se pueda producir en los estanques. Utilizar alimento peletizado con tilapia no es lo mejor. Es preferible alimento extruído, sobre todo si estamos en cultivo en jaulas. En estanques, se está utilizando alimento con mayor digestibilidad, eso quiere decir que el animal tendrá cada vez menos heces, porque las heces son las que van al fondo a producir estos problemas de anoxia, junto con la materia orgánica que se presente en el estanque. Al igual que sucede con una estación de pollos, cada vez que sale una cosecha hay que limpiarla. En Colombia, tenemos un productor que está en un desierto. Bombea agua a sus estanques, que están en la parte más alta de sus terrenos y utiliza el agua en acuicultura. Al terminar el ciclo, lava los estanques con motobomba y toda esa materia orgánica, esos lodos, van a la agricultura, a una sección de arroz. Así, en pleno desierto, hay una sección de cientos de hectáreas de arroz perfectamente verdes.

**(Biól. Mar. Luis Fernando Castillo)** Lastimosamente en Latinoamérica sólo hay dos plantas que producen alimento pre-acondicionado y post-acondicionado, una en Ecuador y otra en Argentina. El alimento post-acondicionado es un alimento de degradación lenta. En 24 horas, el alimento todavía no ha comenzado a degradarse, con lo que se neutraliza mucho la problemática de contaminación. El mayor fertilizante de agua es el propio alimento que estamos utilizando con los peces. Lamentablemente, es un alimento que cuesta un poco más y por eso, la gente casi no lo utiliza. Sin embargo, es un alimento perfectamente ecológico porque su degradación lenta permite que sea consumible. Hemos tenido mucho éxito en el policultivo de tilapia con camarón, porque alimentamos la tilapia y la lenta degradación da tiempo de que el camarón se siembra a muy bajas densidades, pueda aprovecharlo todavía. Se han obtenido muy buenos resultados.

# 28

*¿Qué se puede hacer para colocar nuestro producto en el mercado de E.U.A?*

**(M. en C. César Alceste)** Usted está tocando una tecla delicada porque es un denominador común en todos los países cuya estrategia comercial está dirigida a las exportaciones a EE.UU. Tengo varios comentarios al respecto. Una de las razones por las cuales la tilapia todavía no ha entrado a las bolsas financieras agrícolas a futuro, es por lo novedoso de la actividad. En cuanto a lo nuevo de la actividad en esta parte del mundo, todavía hay agentes de bolsa que no se sienten seguros para que la tilapia, en sus diferentes presentaciones, ingrese a la lista de los mercados perecederos a futuro y es precisamente un riesgo que no quieren tomar porque todavía no existe esa cultura bien fundamentada para poder dar ese paso. Las mismas situaciones con las cuales usted se encuentra hoy en día, pasaron en Brasil con la naranja en los años 50 y también pasaron con la carne Argentina a principios de siglo. Es decir, que estamos hablando de un comodín como cualquier otro. Estamos sujetos a cualquier penuria en los rubros que conforman el sector de agronegocios y la tilapia no es ninguna excepción. He visto cómo a productores en muchos países se les han caído negocios por razones hasta de cambios en el clima. Estamos a expensas de lo que pueda pasar en cualquier actividad de agronegocio, sea el paso de un huracán o un brote de gripe en la ciudad donde yo vendo el producto, pueden ocasionar que inmediatamente te cancelen una orden de compra. ¿Cómo se garantiza que me reciban el producto independientemente de que se dé o no la guerra? Respuesta: teniendo un fuerte vínculo con la persona a la que uno le está entregando el producto para que lo venda, en este caso en el mercado estadounidense. Debe existir un entendimiento sólido, una situación en la que ambas partes salgan favorecidas. Hice énfasis en que uno mismo tiene que decidir el tiempo que quiere permanecer en esta actividad, si quiere convertir esta actividad en un mecanismo productivo y de ingreso económico real o una actividad temporal porque no dio los frutos esperados. Se tiene que definir cuál es el tamaño y la seriedad con la que se quieren llamar productores, de manera que la estrategia fundamental sea el vínculo que se pueda crear entre las partes.

## 29

*¿Considera importante que cultivos con una inversión tan fuerte implementen sistemas de control automatizados?*

**(M. en C. Andrés Piedrahita)** Definitivamente todo va hacia lo automatizado y estoy seguro que industrias como el salmón, que son ya mucho más maduras, tienen todos sus sistemas de alimentación y monitoreo de calidad de agua automatizado. Trabajar con jaulas y en estas extensiones es difícil. El uso de sistemas como los aireadores de paleta que estamos pensando utilizar nosotros son muy efectivos. En realidad, con un monitoreo manual uno solamente enciende el aireador y funciona durante un periodo de 2 ó 3 semanas al año, que es cuando ocurren inversiones térmicas. Entiendo que en México, cuando ocurrió la inversión térmica, una empresa trató de incorporarle oxígeno al agua por medio de difusoras, pero no tuvieron éxito y se murieron los peces porque el oxígeno no tiene capacidad para incorporarse al agua a estas profundidades. En cambio, generando turbulencia como lo hacen los aireadores sí se ayuda bastante a incorporar el oxígeno necesario.

# ETAPA DECLARATIVA

**E**l objetivo de esta etapa fue definir, dimensionar, priorizar y desagregar la problemática planteada, a partir del siguiente enunciado:

***Mencione los problemas y necesidades que, desde su punto de vista, inhiben la comercialización de la Tilapia.***

Esta etapa fue de asistencia restringida y se contó con la participación de 14 representantes de diferentes sectores relacionados con la producción de la tilapia, entre quienes 11 eran productores y 3 proveedoras

Esta sesión tuvo como prioridad contar con la representación de los sectores para obtener una diversidad de opiniones y necesidades.

a mesa de trabajo estuvo conformada por las siguientes personas (por orden alfabético) y empresas:

Nombre	Institución
Nemesio Álvarez Arroyo	Agroindustrias Pargo, S.A. de C.
Félix Iñiguez J.	Rancho Caquixtle
Matilde Rincón Pérez	Granja Acuícola Sta. Cecilia
Daniel Marín de la T.	Granja Acuícola Buenos Aires
J. Refugio Flores Medina	Camelot Ventura, S.A.
Rafael León S.	Asociación de Agrocultura del Edo. de Jalisco
Miguel Jiménez Castellanos	Idea, S. A. de C.V.
J. Jaime Castellanos F.	Granaja Zapotlán del Rey
Victor Horacio Pineda Cruz	H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta
Jose A. Guerrero Barraza	Granja de Tilapia el Criadero de Playa Grande
Jose María Ureña Quiróz	Biotecnologías Acuícolas, S.C.P.
Ocean. Manuel López Cariollo	Acuícola Ex-Hacienda de San Antonio de Producción Rural de R.L.
Humberto Morales López	S.P.R. Diodoro Carrasco Altamirano

Durante esta sesión cada representante planteó un problema o necesidad a través de una tarjeta atendiendo a la pregunta inicial de esta etapa, lo cual se leyó en voz alta y colocó, de acuerdo al criterio de la mesa, en el bloque con ideas coincidentes. Cuando fue necesario, se solicitó la clarificación del problema expuesto.

Una vez agotadas, las propuestas se revisaron y sintetizaron en forma conjunta entre todos los participantes de la Mesa, asignando un nombre o título a cada uno, obteniendo un Árbol de Problemas (Fig. 1) con los siguientes bloques:

- I Política Acuícola.
- II Disponibilidad de Equipo.
- III Cultura de Consumo.
- IV Transferencia Tecnológica.
- V Genética.
- VI Legislación y Normatividad.
- VII Financiamiento.
- VIII Organización.
- IX Comercialización.
- X Asistencia Técnica.
- XI Contaminación.
- XII Gobierno.

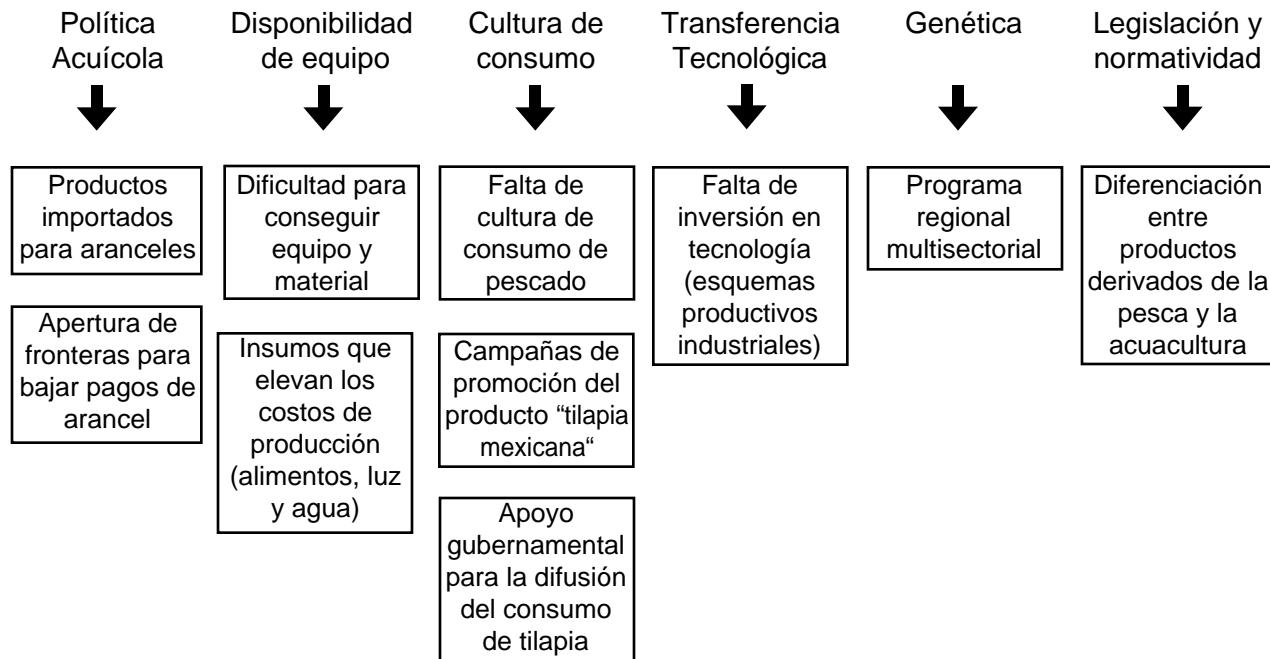
En relación con el tipo de enunciado planteado en cada rama o bloque de problemas, se observó que en el aspecto financiero la principal demanda está dirigida a la inaccesibilidad de créditos. Mientras, en los aspectos de política acuícola, legislación, normatividad y gobierno, los problemas estuvieron dirigidos al pago de aranceles, diferenciación entre productos procedentes de la pesca y la acuacultura y a un mayor conocimiento de la autoridad sobre la situación que guarda la actividad con el fin de mejorar la gestión administrativa en los estados y municipios. Por lo que se refiere a los aspectos tecnológicos abordados, los temas más frecuentes fueron la poca disponibilidad de equipo, cultivos poco tecnificados, utilización de especies o líneas genéticas adecuadas, necesidad de asesoría sobre manejo de estanquería, contaminación y regulación de los estándares de calidad del producto nacional e importado. Por último, la organización de gremio y comercialización del producto contemplaron como necesidad compartir e intercambiar experiencias, acordar aspectos de mercado, evitar el intermediarismo y proponer modelos de producción y comercialización.

Posteriormente, en forma individual, cada miembro de la Mesa, evaluó cada bloque asignándole un valor porcentual, de acuerdo a la importancia que para él representa cada tópico. De acuerdo con este criterio, los problemas que resultaron ser los más importantes para esta Mesa de Trabajo fueron:

Problema	Valor Asignado (%)
Política- Acuícola	9.9
Disponibilidad de equipo	5.9
Cultura de Consumo	6.1
Trasnferencia-Tecnológica	9.2
Genética	3.8
Legislación y Normatividad	0.4
Financiamiento	22.4
Organización	5.6
Comercialización	8.5
Asistencia-Técnica	3.6
Contaminación	0.1
Gobierno	24.6

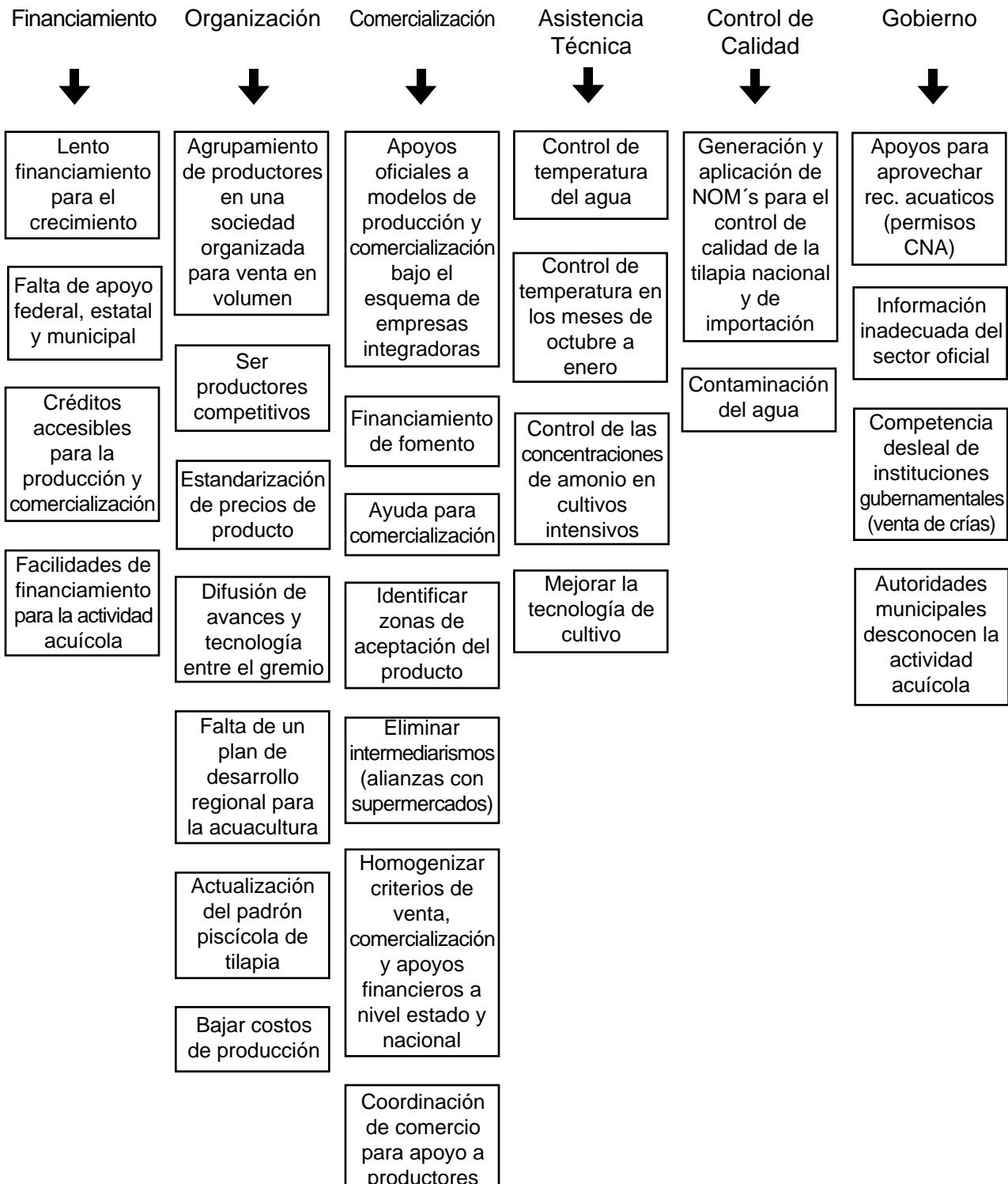
# Fig. 1

## ÁRBOL DE PROBLEMAS



# Fig. 1

## ÁRBOL DE PROBLEMAS





# ETAPA RESOLUTIVA

**L**a Etapa Resolutiva tuvo asistencia restringida. Se contó con la participación de 20 personas, entre los que se observó a comercializadores, productores, proveedores, investigadores y representantes de gobierno. Se trató de contar con la representación de diferentes disciplinas de investigación.

El objetivo de esta sesión, fue identificar grupos de trabajo para elaborar el perfil de los proyectos dirigidos a la resolución de los problemas planteados por los productores en la Etapa Declarativa.

a mesa de trabajo estuvo conformada por las siguientes personas (orden alfabético):

Nombre	Institución / Empresa
M. en C. César Alceste	Biocepts International Inc.
M. en C. Sergio Monroy	Biotecnologías Acuícolas
Ing. María Luz Díaz López	Instituto Nacional de la Pesca
Biól. Mar. Javier E. Álvarez	Acuirizate y Cadena Piscícola Colombia
Biól. Pesq. Juan Carlos Aguilar	FIRA
M. en C. Luis Fernando Castillo	Federación Nacional de Productores de Tilapia
Dr. Raúl León Sánchez	Asociación de Agroacuacultores del Estado de Jalisco / Universidad de Guadalajara
MVZ. Miguel Jiménez	Idea, S.A. de C.V.
C. Francisco Hernández Muñoz	Granja de Peces del Río Quero
Ocean. Manuel López Carrillo	Acuícola Ex-Hacienda del Potrero de Producción Rural
C. Roberto Bañuelos Ayala	Cooperativa Martín Bañuelos A.
Lic. Gilberto Alfaro Rodríguez	FONAES
Lic. Leopoldo Montoya Martínez	Desarrollo Acuícola Potosio S.A. de C.V.
Lic. Roberto Pérez Jiménez	Grupo Tecno-Gas
Lic. Gerardo Martínez P.	Gobierno del Estado de Jalisco
M. en C. Javier Marcial Ruiz Velasco	Universidad Autónoma de Nayarit - Desarrollo de Acuasesor, S.A. de C.V.
Ing. Francisco J. Ramos G.	Dirección de Acuacultura y Pesca SEDER
Biól. Mauricio Cortés Hernández	Dirección de Pesca SEDER Nayarit
Ing. Roberto Solís Bernant	Acuacultura Planeada, S. de R.L.
Filiberto Bravo Díaz	El Paisajito

Los integrantes de la mesa de trabajo realizaron una revisión y análisis de los problemas planteados por los agrupamientos de productores y de proveedores. Posteriormente, después de un ejercicio de clarificación, se procedió a realizar una síntesis y reagrupamiento de los bloques, definiéndose entonces los temas por trabajar.

De esta forma y de acuerdo a la experiencia de los especialistas, se integró el Árbol de Soluciones (Fig. 2). Este se conformó del agrupamiento de los 12 grupos definidos en la Etapa Declarativa, considerando su relación temática y la importancia de los mismos.

De esta manera, quedaron definidos 4 rubros principales dentro de este Árbol de Soluciones:

- a) Financiamiento**
- b) Transferencia Tecnológica**
- c) Comercialización**
- d) Gobierno**

Posteriormente, se decidió abordar estos tópicos a través del análisis de cada problema planteado, considerando además su impacto en el sector, conformándose así cuatro mesas de trabajo.

Para efectuar el perfil del problema, cada mesa de trabajo cubrió los siguientes aspectos:

**1) Problema / Limitación:**

Problema definido en el Árbol de Problemas, señalando además, la magnitud de su impacto en el ámbito regional.

**2) Objetivos:**

Contribución cuantificada a la solución del problema.

**3) Beneficio Potencial:**

Impacto socio-económico esperado con la resolución del problema.

**4) Usuarios Potenciales:**

Interesados en la solución del(os) problema(s) y comprometido(s) en adoptar los resultados de la investigación.

**5) Estrategias de Investigación:**

Relación de estrategias dentro del programa, así como definición de estrategias específicas de la investigación, para cumplir el objetivo propuesto.

**6) Actividades Relevantes:**

Acciones sustantivas que conducen al logro de los objetivos.

**7) Disciplinas Asociadas:**

Especialidades involucradas en las actividades de la investigación.

**8) Instituciones:**

Identificación de instituciones afines a la investigación para la conformación de grupos de trabajo multidisciplinarios.

El perfil de problema desarrollado, así como los participantes en cada grupo de trabajo, se presentan a continuación:

## FINANCIAMIENTO

Nombre	Institución / Empresa
Juan Carlos Aguilar	FIRA
Ing. Fernando Gracilazo Sánchez	FOCIR
M.V.Z. Miguel Jiménez C.	Ideas, S.A. de C.V.
Lic. Gilberto Alfaro Rodríguez	FONAES
Yolanda Bañuelos Ayala	Cooperativa Martín Baluelos Ayala, S.C. de R.L.
José de Jesús Espinoza García	Grupo Grusato
Francisco de los Santos Indalecio	Soc. Prod. R. Rincón de la Cuesta de R.L.
Martha Elvia Santiago	Grupo Coralba
María Alba Santiago	
Filiberto Bravo Díaz	El Paisajito

**Problema:** Dificultad para acceder a financiamientos para actividades acuáticas.

**Objetivo:** Facilitar al usuario los procedimientos para acceder a un financiamiento.

**Beneficio Potencial:**

- ⌚ Mejora del nivel de competitividad.
- ⌚ Planeación estratégica de la actividad.
- ⌚ Tecnificación de cultivos.

**Usuarios potenciales:**

- ⌚ Productores, comercializadores, instancia gubernamental.

**Estrategias de investigación:**

- ⌚ Difusión de programas de financiamiento.
- ⌚ Conformar áreas especializadas, con personal capacitado, en banca comercial, financiera rural y despachos asesores.

**Actividades relevantes:**

- ⌚ Asesorar al solicitante de apoyo para que identifique, de acuerdo con su perfil y necesidades, a qué instancia financiadora (nicho de atención) debe acudir, cubriendo el 100% los requisitos para acceder al financiamiento (por ejemplo, modelo social; que el proyecto sea específico e integrador, congruente con los beneficios que va a recibir y cumpla con los objetivos para los cuales fue creado).

- Instrumentar rutas de atención, tanto para acuacultura de fomento (FONAES, FIRCO, Fundaciones, etc.), como para acuacultura empresarial (banca comercial, financiera rural, fondos de fomento, FIRA, FOCIR).

**Disciplinas asociadas:**

- Ingeniería acuícola, biología y administración de empresas, entre otras.

**Instituciones**

FONAES, FIRCO, Fundaciones (Produce), FIRA, FOCIR

## COMERCIALIZACIÓN

Nombre	Institución / Empresa
M. en C. César Alceste	Biocepts International, Inc.
Roberto Pérez J.	Grupo Tecno - Gas
Javier Álvarez	Cadena Productiva Piscicola Colombia
Ing. Roberto Solís B.	Acuacultura Planeada, S, de R.L.
Daniel Marín de la L.	Productor
Ramón Carlos Pérez Torres	FIRA
Manuel Hernández Salceso	FIRA

**Problema:**

- Desarticulación de los distintos actores dentro de la producción acuícola.

**Objetivos:**

- Contar con un sector organizado y competitivo.

**Beneficios potenciales:**

- Mejora el nivel de competitividad.
- Aprovechar economías de escala.
- Conocer oportunidades para comercializar.
- Intercambio de experiencias y conocimientos de tecnologías.
- Crecimiento organizado de la actividad.
- Planeación estratégica de la actividad.

**Usuarios potenciales:**

- Productores, comercializadores, instancia gubernamental.

**Estrategia de investigación:**

- Identificar la problemática de comercialización y los diferentes ámbitos de mercado.
- Organizar núcleos regionales de productores para integrar una oferta.
- Incentivar el consumo.

**Actividades relevantes:**

- Base de datos de participantes por núcleo regional.
- Reuniones regionales de integración.

**Disciplinas asociadas:**

- Financiamiento a la comercialización.
- Marketing.
- Cadenas de distribución.

**Instituciones:**

- Universidades, instituciones de fomento, consultores, instituciones del sector pesca.

## TECNOLOGÍA

---

Nombre	Institución / Empresa
M. en C. Sergio Monroy	Biotecnologías Acuicolas
Ing. María Luz Díaz López	INP
Rafael León S.	
Leopoldo Montoya Martínez	Desarrollo Acuícola Potosino
Dr. Javier Marcial Ruiz Velázco Arce	Universidad Autónoma de Nayarit y ACUASESOR
Biól. Luis Fernando Castillo Campa	Fenaltilapia
Octavio Marín de la Rasa	Productor

---

**Problema:**

- Bajo nivel tecnológico en granjas.

**Objetivo:**

- Mayor nivel de tecnología apropiado al país.

**Beneficios Potenciales:**

- Eficientizar el proceso de producción.
- Obtener productos de calidad, lo que se reflejará en una mejor comercialización en el mercado nacional e internacional.
- Disminución de costos de producción.

**Usuarios Potenciales:**

- Productores y comercializadores de tilapia.

**Estrategias de Investigación:**

- Diagnóstico por región, al nivel nacional, para conocer el potencial de las condiciones y estado del cultivo de tilapia (marco referencial por región).
- Instrumentar tecnologías adecuadas a las condiciones del país.
- Obtener producciones al menor costo posible.
- Determinación de especies (líneas) con características que permitan la obtención de mayores rendimientos de producción (ejemplo, conversión alimenticia, crecimiento, etc.).
- Desarrollo de investigación aplicada dirigido a la resolución de problemas y necesidades directamente relacionadas con la producción.

**Actividades relevantes:**

- Facilitar la vinculación entre productores e instituciones de investigación y profesionistas relacionados con la actividad, a fin de obtener un beneficio real por sector.
- Certificación de asesores técnicos por instituciones reconocidas (ejemplo, la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.), es decir, que se contrate personal o servicios técnicos profesionales calificados, competentes y con ética profesional que cumplan con lo ofrecido.
- Difusión de la información técnica entre miembros del gremio, con el objeto de compartir sus avances y experiencias. Esto puede ser a través de reuniones anuales, vía electrónica (Internet), boletines, etc.
- Elaborar una base de datos con los registros de productores al nivel municipal, estatal y nacional.
- Elaborar una base de datos que relacione regiones, vocación acuícola y especies o variedades de tilapia, entre otros aspectos.
- Vincular la problemática detectada con el sector que debe atenderla.

**Disciplinas asociadas:**

- Ingeniería acuícola, biología, tecnología de alimentos, genética, sanidad, nutrición y normatividad.

**Instituciones:**

- CIAD, CINVESTAV, Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Nayarit, institutos de acuacultura, Instituto Nacional de la Pesca, asociaciones de consultores y asesores acuícolas.

## GOBIERNO

Nombre	Institución / Empresa
Francisco Hernández M.	Productor
Manuel López Carrillo	
Roberto Bañuelos Ayala	Ejido Emiliano Zapata
Gerardo Martínez Palma	Gobierno del Estado de Jalisco
Francisco Ramos G.	SEDER-IAPOS,
Mauricio Cortéz Hernández	SEDER-Pesca
Ing. Gustavo Lara Verduzco	Ejido Emiliano Zapata
José Luis Vázquez González	Productor

Es importante señalar que debido a que gran parte de los aspectos tratados en la Mesa de Gobierno, son de gestión de trámites y normativo, no fue posible elaborar un perfil de proyecto. Entonces, los participantes de la mesa atendieron cada uno de los problemas proponiendo una posible solución para cada caso.

⌚ **Problema:** Agua (concesión lenta de parte de la Comisión Nacional del Agua [CNA]).

**Solución:** Es importante que antes de iniciar cualquier proyecto acuícola se estudie la disponibilidad de agua. Para agilizar esto, SEDER necesita información de CNA sobre zonas de veda de uso de agua con fines acuícolas, razón por la que debe existir una vinculación vía Internet SEDER – CNA.

⌚ **Problema:** Información dispersa por parte del gobierno.

**Solución:** Contar con información más completa y precisa, la cual debe estar disponible en las presidencias municipales, SEMARNAT y SEDERAT, y estas a su vez, estar vinculadas vía Internet. Asimismo, es importante que el usuario conozca cuáles son las dependencias relacionadas con la acuacultura (SEMARNAT, SAGARPA, CNA, RAN). Además, es importante elaborar folletos e informar directamente al productor sobre las actividades de fomento y requisitos para la realización de proyectos acuícolas.

⌚ **Problema:** Competencia desleal en la venta de alevinos.

**Solución:** El productor debe de buscar alevinos de calidad, en cantidad y diversidad. Es importante mencionar que los institutos de acuacultura no son empresas, por lo que no venden el producto. Los cobros que se realizan son de recuperación. Con respecto a la no corrupción de funcionarios, es importante destacar que existe un Programa de Transparencia Administrativa. (Nota: el gobierno siempre debe fomentar la acuacultura).

● **Problema:** Desconocimiento municipal de la acuacultura.

**Solución:** Informar vía Internet a los municipios (SEDER Y SAGARPA). Crear consejos municipales del ramo, para dar seguimiento a proyectos viables.

● **Problema:** Contaminación (SEMARNAT y CNA no dan soluciones).

**Solución:** Aplicar la normatividad a la industria y municipios. Solución ambiental no jurídica, fomentar la ecología.

● **Problema:** Calidad de la tilapia en el mercado.

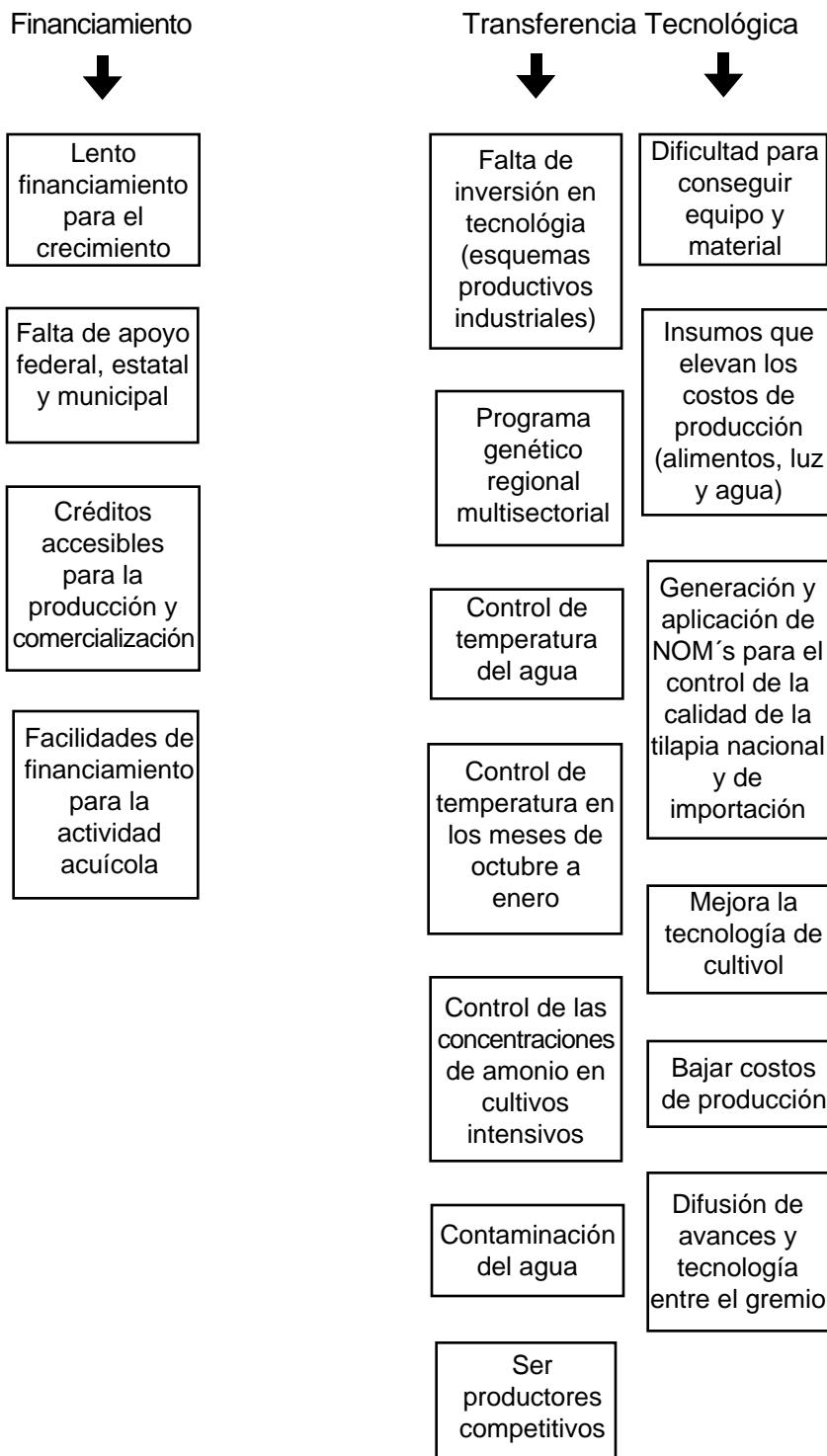
**Solución:** SEMARNAT debe aplicar las normas de sanidad con más rigor. Fomentar la vinculación entre el gobierno federal, gobierno estatal, municipios y productores.

● **Problema:** Gobiernos estatales y municipales.

**Solución:** Elaborar censos en municipios y tener registros actualizados de productores y fomentar el incremento de los mismos, dando apoyos gubernamentales (orientación, tecnificación y seguimiento de los proyectos). Es importante además, que el gobierno dé mayor información al productor sobre el Tratado de Libre Comercio, tanto en sus ventajas como implicaciones.

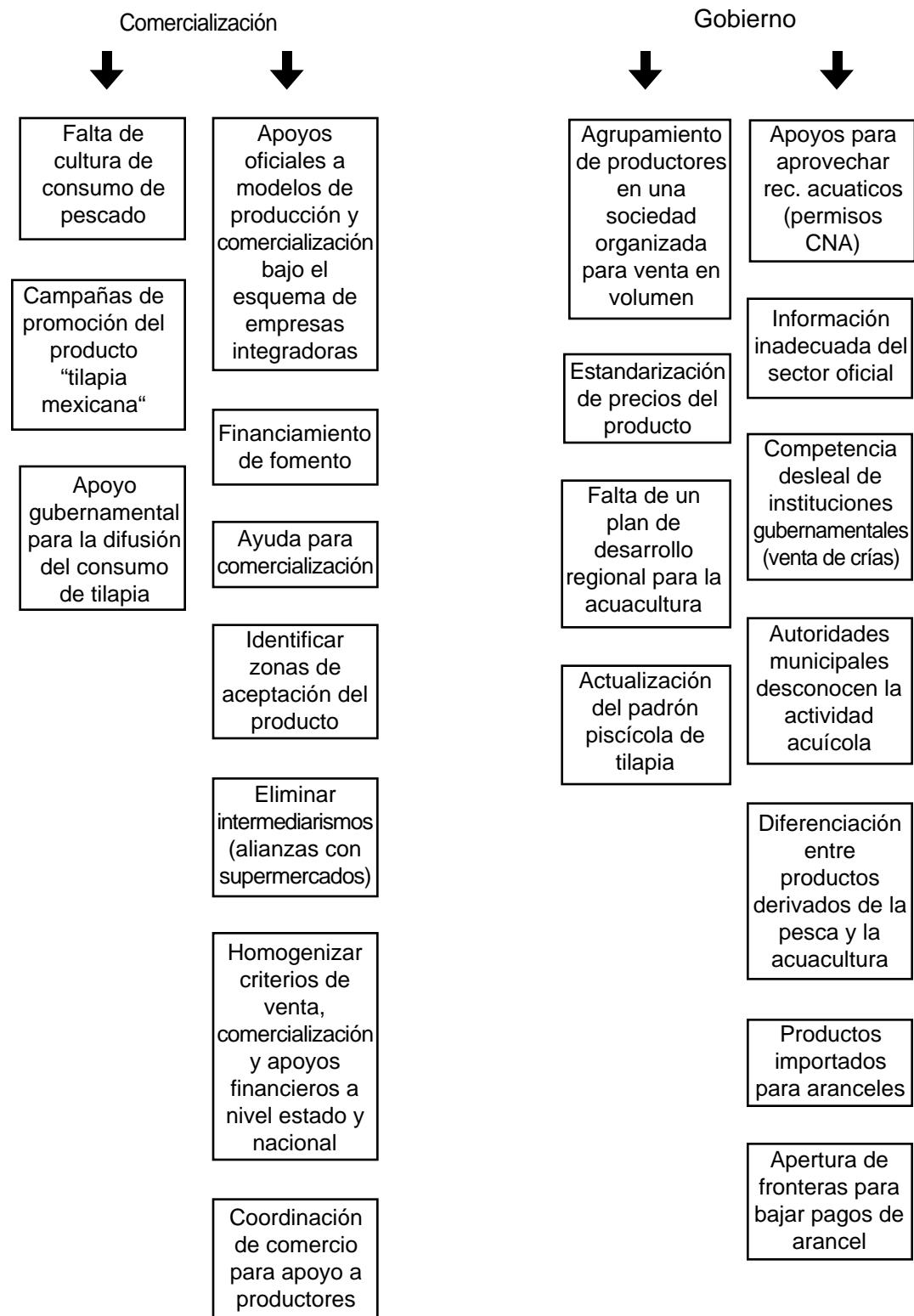


# Fig. 1 ÁRBOL DE SOLUCIONES



# Fig. 1

## ÁRBOL DE SOLUCIONES





# CONCLUSIONES

**S**e contó con la participación e interacción de los sectores productores, proveedores, investigadores, comercializadores y gobierno, involucrados en la cadena productiva del cultivo de tilapia.

- A la reunión asistieron 139 personas, de estas 77 fueron productores, 30 del sector gobierno, 3 comercializadores, 14 investigadores, 3 proveedores de servicios, 4 asesores y 8 estudiantes.
- Con respecto al lugar de procedencia de los participantes nacionales se contó con la representación de 19 estados de la República: Baja California, Campeche, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
- Cinco países de este continente estuvieron representados en la reunión: Canadá, Colombia, Estados Unidos de América, Honduras y México.
- Los investigadores representaron a Genetic Computation Ltd, Instituto Nacional de la Pesca, University of Arizona, Universidad Autónoma de Nayarit y a la Universidad de Guadalajara. Asimismo, algunos de los asistentes del sector productivo realizan actividades de investigación como fue el caso de Aquatrade Corporation Ecuador, Biocepts International Inc., Camelot Ventures, S.A. de C.V.

- 44 empresas estuvieron representadas por 77 productores procedentes de los estados de Baja California, Chiapas, Colima, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Yucatán y Zacatecas, además de tres procedentes de Colombia y Honduras.
- Los temas expuestos por los especialistas versaron sobre cultivo en jaulas flotantes, sistemas de recirculación, genética, producción y mercado, lo cual permitió conformar el marco teórico de la situación actual de la cadena productiva de la tilapia.
- Durante la Etapa Interrogativa se formularon 29 preguntas a los ponentes. Estas estuvieron enfocadas a mercado (6), sistemas de recirculación (3), cultivo (3), sanidad (3), genética (3), calidad de agua (2), costos de producción (2), equipamiento (2), vinculación (3), y otras especies (2).
- En relación con los problemas y necesidades que inhiben la comercialización de la tilapia, los productores y proveedores coincidieron en que las limitantes más importantes son: asuntos relacionados con el gobierno (24.6%), aspectos financieros (22.4%), política acuícola (9.9%), transferencia tecnológica (9.2%) y comercialización (8.5%).
- Los participantes de la Mesa Gobierno, consideraron que gran parte de los problemas de este grupo se pueden atender con una mayor fluidez de información entre los órganos gubernamentales involucrados, evitar y denunciar la corrupción de funcionarios públicos, aplicar la normatividad vigente en materia acuícola y tener actualizados los padrones del sector productivo dedicado a la tilapia.
- La Mesa de Financiamiento, propone que, con el fin de que los usuarios accedan con mayor oportunidad a los créditos acuícolas, las instancias financieras deben difundir sus programas de financiamiento y conformar áreas específicas, de acuerdo a cada tipo de servicio que ofrece.
- La Mesa de Tecnología, identificó como principal problema de los productores un bajo nivel tecnológico en granjas, considerando que para superar esta deficiencia se debe realizar un diagnóstico nacional del cultivo de la tilapia y realizar una transferencia tecnología adaptada a cada región.
- Los integrantes de la Mesa de Comercialización identificaron una limitada vinculación entre los diversos actores de la producción acuícola, lo que entorpece una comercialización adecuada de los productos. Para resolver esto, es necesario organizar núcleos regionales e incentivar el consumo de la tilapia.

# CLAUSURA

**M**e es grato asegurar que se cumplieron los objetivos planteados al inicio de esta reunión, en la cual hemos tenido la oportunidad de compartir un espacio para el intercambio de opiniones y experiencias con un grupo selecto de participantes del sector acuícola dedicado al cultivo de la tilapia, lo que fue muy enriquecedor para todos.

Como se comentó a lo largo de la reunión el cultivo de tilapia presenta grandes posibilidades de crecimiento, que si bien hasta ahora ha tenido limitaciones en su desarrollo, estamos seguros que en forma conjunta y organizada, podemos impulsar esta actividad que representó en el año 2000, tan sólo considerando la acuacultura, una producción con un valor de \$523,504,000 de pesos.

Esta cifra es posible incrementarla si aplicamos algunas de las recomendaciones y comentarios aquí expuestos, como son: mayor fluidez en el intercambio de información, mejora del nivel tecnológico en nuestros cultivos y tal vez lo más importante, unir esfuerzos.

Nuestro compromiso es presentar a la brevedad posible las memorias de esta reunión, donde estará plasmada la información presentada por los expertos, sus intervenciones, así como las propuestas generadas en las diferentes mesas de trabajo.

De igual manera, con la información de los registros de los participantes a esta reunión, se elaborará el directorio con el cual se conformará un grupo virtual en Internet. A través de este portal, seguiremos en contacto con ustedes y hacemos extensiva la invitación a otras autoridades involucradas en la materia para que se unan al esfuerzo común.

Deseamos agradecer a todos su valiosa participación y una vez más, los invitamos a continuar con esta comunicación para alcanzar las metas propuestas y obtener productos concretos encaminados al desarrollo sustentable de esta importante actividad.

Por ultimo, agradecemos al Gobierno del Estado de Jalisco por la oportunidad brindada al Instituto Nacional de la Pesca para coordinar la Reunión Nacional de Tilapia dentro de este importante evento.

MUCHAS GRACIAS

**DR. CARLOS RANGEL DÁVALOS**



# ANÁLISIS DE LA ASISTENCIA A LA REUNIÓN

## PROCEDENCIA DE LOS PARTICIPANTES NACIONALES

Lugar	No. de Participantes	Porcentaje
Baja California	2	1.51
Campeche	2	1.51
Chiapas	4	3.00
Colima	5	3.76
Distrito Federal	9	6.77
Estado de México	5	3.76
Guanajuato	1	0.75
Jalisco	59	44.37
Michoacán	5	3.76
Nayarit	4	3.00
Oaxaca	5	3.76
Quintana Roo	1	0.75
Sinaloa	6	4.51
Sonora	1	0.75
Tabasco	11	8.27
Tamaulipas	1	0.75
Veracruz	4	3.00
Yucatán	3	2.26
Zacatecas	5	3.76
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>100</b>

## PROCEDENCIA DE LOS PRODUCTORES

Lugar	No. de Participantes	Porcentaje
Baja California	1	1.29
Chiapas	3	3.91
Colima	3	3.91
Estado de México	2	2.59
Guanajuato	1	1.29
Jalisco	43	55.86
Michoacán	3	3.91
Nayarit	1	1.29
Oaxaca	2	2.59
Sinaloa	4	5.2
Sonora	1	1.29
Tabasco	6	4.8
Yucatán	1	1.29
Zacatecas	4	5.2
Colombia	1	1.29
Honduras	1	1.29
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>100</b>

## PAÍS DE PROCEDENCIA DE LOS PARTICIPANTES

Sector	No. de Participantes	Porcentaje
Canadá	1	0.72
Colombia	2	1.44
E.U.A.	2	1.44
Honduras	1	0.72
México	133	95.68
<b>TOTAL</b>	<b>139</b>	<b>100</b>

## REPRESENTANTES DE OTROS SECTORES

Sector	No. de Participantes	Porcentaje
Asesor	4	12.5
Comercializador	3	9.4
Estudiante	8	25.0
Investigador	14	43.8
Proveedor	3	9.4
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

## REPRESENTANTES DEL GOBIERNO ESTATAL Y FEDERAL

Lugar	No. de Participantes	Porcentaje
Baja California	1	3.34
Campeche	2	6.66
Chiapas	1	3.34
Distrito Federal	3	10.01
Estado de México	2	6.66
Jalisco	6	20.01
Michoacán	2	6.66
Nayarit	2	6.66
Oaxaca	2	6.66
Quintana Roo	1	3.34
Sinaloa	2	6.66
Tabasco	2	6.66
Tamaulipas	1	3.34
Veracruz	1	3.34
Yucatán	2	6.66
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

## DIRECTORIO



NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
Aarón Ramírez Ponce	Productor		Calle Sta. Rosa la Barca No.141, Mpio. Atotonilquillo, Chapala
Alberto Hernández Jiménez	Gobierno	Ayuntamiento de Cosoleacaque	Calle Miguel Hidalgo s/n, Col. Centro C.P. 96340
Albino Vallarta Pérez	Gobierno	SEDER	Montevideo 14, Fraccionamiento Cd. del Valle, Primer Piso
Alejandro Castro Cornejo	Productor	Atolina Cactus S.A. de C.V	16 de Septiembre No.13, Col. San Francisco, C.P. 99700
Alejandro Navarro Lomeli	Productor		Calle de Pipila 197, Col. Florida, C.P. 47820
Alex Pacheco A.	Proveedor		Rancho Sta. Irene No. 6, Ejido Huexotla Boyeros, C.P. 56230
Alfonso Caballero Cervantes	Productor		Conocido
Alma P. Chávez Rodríguez	Gobierno	Tabasco en Acción	Av. Paseo Tabasco 1203, int. 302, Col. Lindavista, C.P. 86050
Andrés Piedrahita	Productor	Aquafinca Saint Peter Fish S.A.	Apdo. Post. 692 Plaza Marinos Local 2, 14 Av. Entre Calle 9B y Circunvalación Bo. Los Andes
Ángel Salas Filsinger	Productor	Ocean Prime, S.A. de C.V.	Presa de la Fuente No. 7, Col. Recursos Hídricos
Angelino D. Cruz García	Productor	Acuacultores de Tomatlán S.P.R.de R.L.	Las Palmas 12, Col. Cruz de Loreto, C.P. 48450
Armando Fontaner Jiménez	Productor	Grupo MAAT de la cuenca	1a. Privada de Arteaga, Col. Lázaro Cárdenas, C.P. 68340
Benjamín Acosta Martínez	Gobierno	SAGARPA- Centro Acuícola "El Varejonal"	Carretera a Navolato Km. 7.5, Col. Bachihualaja
Benjamín López Chincoya	Estudiante		Darío Mengueiro No. 36, Col. La Esmalta
Bernardo Sedano Jiménez	Gobierno	FIRCO	Periférico Norte 3101, Col. Tabachines, C.P. 45188
Carlos R. Rueda Cobos	Gobierno	Presidencia Municipal	Av. 5 de Mayo s/n, Col. Centro, C.P. 68300, Mpio. San Juan Bautista

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAÍS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Atotonilquillo	Jalisco	376	37 67371113		
Cosolacaque	Veracruz	922	2640282	2640290	enlace_institucional@yahoo.com.mx
Tepic	Nayarit	311	2101850		pescaseder@tepic.megared.net.mx albinovallarta@hotmail.com
Tlaltenango	Zacatecas	437	9540096		
Ocotlán	Jalisco	392	9252649	30150	
Texcoco	Edo. Méx.	595	9551339	9551340	alex.pacheco@acea.com.mx
Zapotlanejo	Jalisco	373	55863841	36502461	cproject1@eudoramail.com
Villahermosa	Tabasco	993	3156900, 4201	3156963	apacharo@hotmail.com, pchavez@tabascoenaccion.org
San Pedro Sula	Honduras	941	7479161	7479476	afsergio@netsys.hn
Tultitlán	Edo. Méx.	55	58848400	58848488	
Tomatlán	Jalisco	322	2865406		danyelcg@yahoo.com.mx
Tuxtepec	Oaxaca	287	8780198		fontaner@hotmail.com
Culiacán	Sinaloa	667	7620518		
Tuxtepec	Oaxaca	287			
Zapopan	Jalisco	33	38618809	38618808	ja.info. @sagar.gob.mx
Tuxtepec	Oaxaca	287	8750004 Ext.68	8755454	

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
Carlos Rangel Davalos	Investigador	Instituto Nacional de la Pesca	Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C.P. 03310
Cesar C. Alceste	Investigador	BIOCEPTS	
Cesar G. Jiménez Reynoso	Productor		Federación No. 805, S.L.
Cuitlahuac Cedillo Acosta	Gobierno	Gobierno del estado de Campeche	Calle 10 No.338, San Román
Daniel Marin	Productor	Productor de Tilapia	4a. Avenida Sur 167, Tapachula
Dionisio Joel Pérez Antolin	Estudiante	Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales	José Santana No. 800, C.P. 45800
Edmundo Robles Magallon	Productor	Sociedad de Producción Rural	Juárez 45, Col. La Cuesta, C.P. 45950
Eduardo Rivas Jímenez	Gobierno	SEDER	Montevideo 14, Fraccionamiento Cd. del Valle, Primer Piso
Eduardo Valenzuela J.	Estudiante	CULTICAM S.P de R.L	Dom. Conocido, El Crucero
Elidio Hernández López	Productor	Cooperativa Unión	Presa Lagunillas
Elvia D. Lobano Torres	Estudiante	Universidad de Guadalajara	Hda. Cofradía 1529, Col. Oblatos, C.P. 4427
Ernesto Hagelsieb Baron	Productor	Aquaproductos de Jalisco S. de R.L.	Aguas Calientes No. 6, Col. San Vicente, C.P. 47850
Ernesto J. Esparza Jaime	Productor		J. Joaquín H., Col. Trejo, C.P. 45280
Felix Iñiguez Jauregui	Productor	Rancho el Caquixtle	Independencia 108, C.P. 47340
Fernando Padilla Romo	Productor	Acuícola el Carricillo	
Filiberto Bravo	Productor	Granja de Peces KAB-JA	Soledad G. Cruz 111, Col. Magisterial, C.P. 86040
Francisco de los Santos Indalcio	Productor	Sociedad de Producción Rural	Juárez 45, Col. La Cuesta, C.P. 45950
Francisco Hernández Muñoz	Productor	Granja de Peces del Rio A.P.R. de R.L.	Zaragoza 555
Francisco J. Sánchez C	Productor	San Antonio	Emancipación s/n, Col. Emancipación

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAIS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
México	D. F.	55	54223054	56884014	crangel@uabcs.mx
	Florida, EE.UU.				aqualceste@aol.com
Guadalajara	Jalisco	33	36178258		
Campeche	Campeche	981	8169381	8169280	ccedillo@campeche.gob.mx
Tapachula	Chiapas	962	6268480		greenflora4prodigy.net.mx
Jocotepec	Jalisco	387	7631135		
Ponchitlan	Jalisco	376	7654745		
Tepic	Nayarit	311	2101850		pescaseder@tepic.megared.net.mx guerorivas@hotmail.com
Puente Nacional	Veracruz	296	49491		lalo_val@yahoo.com
Acatic	Jalisco	378	37151218		
Guadalajara	Jalisco	33	36519208		edko27@yahoo.com
Ocotlan	Jalisco	392	9220052		moudefies@hotmail.com
Ixtlahuacan del Río	Jalisco	373	7346542		
Meticacan	Jalisco	344	7020541		
Acatic	Jalisco	Cel:	443335000000	37190346	bernardo_padilla@hotmail.co.
Villa Hermosa	Tabasco	993	33 37238094		
Ponchitlan	Jalisco	376	7654745		
Briseñas	Michoacán	393	9353520	9353500	frankhm1@yahoo.com
Fresnillo	Zacatecas	493	9321031		el_kaiser66@hotmail.com

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
Francisco Romero Cornelio	Productor	Granja de Peces KAB-JA	Soledad G. Cruz 111, Col. Magisterial, C.P. 86040
Gabriela A. Loubet Álvarez	Productor	Granja de Peces KAB-JA	Soledad G. Cruz 111, Col. Magisterial, C.P. 86040
Gabriela Méndez Castillo	Asesor	Sociedad de Producción Rural el Mixcuate	Salvador Magaña Farias 378, Col. Lindavista
Gerardo A. Ramos Horta	Productor		Venustriano Carranza 29, Col. Centro, C.P. 28860
Gerardo Rocha Rivas	Gobierno	SAGARPA	Km. 4.5 Carretera Zitacuaro, Col. Zinacatepec
Gerardo Vázquez Vázquez	Productor	Acuícola Hnos. Vázquez y Vásquez	Morelos s/n, San Sebastián el Grande, Tlajomulco
Gilberto Alfaro Rodríguez	Gobierno	FONAES	Av. Parque Lira 65, San Miguel Chapultepec, 11850
Gilberto Guerrero Hernández	Productor	SPR de R.L Guerrero Blanco	Zaragoza 7, Col. El Limón, C.P. 46725
Guillermo A. Corona Herrera	Estudiante	Instituto Tecnológico del Mar No. 01	Camino Antiguo a Noalínco No. 116, Col. 7 de Noviembre, C.P. 91150
Guillermo Mora C.	Productor	Grupo Tecno Gas	Industria 555, Col. La Perla, C.P. 44360
Guillermo Orozco Orozco	Productor	Restauran SOKY	Las Fuentes 300, Col. Las Fuentes, C.P. 46730
Gustavo Lara Verduzco	Productor	Cooperativa Martín	5 de Febrero 2760, Col. Rancho Bonito
Héctor Pérez Castañon	Comercializador	Comercial Oceánica S.A. de C.V.	5 de Mayo No. 956, Paraíso
Hugo A. Cárdenas Rodríguez	Productor	Ranicultura Etzatlán	Escobedo 180-2, C.P. 46500
Humberto Morales Blanco	Productor		Independencia 100, Col. Ejido Bethania
Ignacio Alustiza Valdez	Productor	Granja de Peces KAB-JA	Soledad G. Cruz 111, Col. Magisterial, C.P. 86040
Ismael Gómez González	Gobierno	FIRA- Banco de México	Calle 10a. Poniente Norte No. 987 3er. Piso, Col. Vista Hermosa
Ismael Mora Cervantes	Investigador	Instituto Nacional de la Pesca	Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C.P. 03310

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAIS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Villa Hermosa	Tabasco	993	3124727	3126998	kab-ja@hotmail.com
Villa Hermosa	Tabasco	993	3124727	3126998	kab-ja@hotmail.com
Villa de Álvarez	Colima	312	3305271		jangel_cea@yahoo.com.mx
Manzanillo	Colima	Cel:	04431 43331743		geraho@hotmail.com
Zinacatepec	Edo. Méx.		2721218	2721218	
Guadalajara	Jalisco	33	31050224	36845023	jevago30@hotmail.com
México	D. F.	55	55166743 Ext. 346		galfaro@fonaes.gob.mx
Ameca	Jalisco	33	31275498	375758120	
Xalapa	Veracruz	228	8149496		armandocorona1@hotmail.com
Guadalajara	Jalisco	33	36175077	36174722	gmora@permoquim.com
Tehuchitlán	Jalisco	384	7330008	386752205	soky46@hotmail.com
El Arenal	Jalisco	374			
	Tabasco	913	3320890	3321672	ocs@latinmail.com
Etzatlán	Jalisco	386	7530243		hugoetzatlán@hotmail.com
Tuxtepec	Oaxaca	287			
Villa Hermosa	Tabasco	993	3124727	3142452	
Tuxtla Gutiérrez	Chiapas	961	6133148	6133149	igomez@correo.fira-gob-mx
México	D. F.	55	54223054	56884014	imcervantes@yahoo.com

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
J. de Huesas Pacheco A.	Productor	Integración de Empresas Acuícolas	Mandarina No. 1656
J. de Jesús Espinosa García	Productor	Grupo Grusato	Sta. Virgen No. 17, Col. Ejido Sto. Tomas
J. Eduardo Gutiérrez R. de León	Productor		Río Zula No. 2590-A, Col. El Rosario, C.P. 44890
J. Enrique Landa	Productor	Ocean Prime, S.A. de C.V.	Presa de la Fuente No. 7, Col. Recursos Hídricos
J. Félix Preciado Reyes	Productor	Sociedad Cooperativa Costa Alegre	Ejido Vicente Guerrero, Mpio. Col. Lomas Colora- das, C.P. 45850
Jaime Enrique Bourguetts	Asesor	Proyecta S.A.de C.V	Salmón 2793 int. 3, Col. Loma Bonita Residencial, C.P. 45087
Javier E. Álvarez Barrera	Asesor	Acuaoriente	Apartado Aéreo 2803
Javier M de J Ruiz Velazco	Investigador	Universidad Autónoma de Nayarit	Ciudad de la Cultura Amado Nervo s/n, Col Centro, C.P. 63000
Javier Ramos Espinosa	Productor	Ecoturismo Las Garzas	Carretera El Palmar San Miguel Km2, Col. El Palmar
Jesús de la Torre Peña	Gobierno	FIRA- Banco de México	Av. Ruiz Cortínez , Torres de Cristal 4to. Piso, Col. Centro, C.P. 24040
Jesus Montero Cruz	Gobierno	SAGARPA	Km. 4.5 Carretera a Zitacuaro, Col. Zinacatepec
Joaquín Campos	Productor	Acuícola de Occidente	Privada 16 de Septiembre No. 01, Col. Centro, C.P. 28860
Jorge A. Ramos Leal	Productor	Granja de Peces KAB-JA	Soledad G. Cruz 111, Col. Magisterial, C.P. 86040
Jorge Alberto Medina C.	Productor	Agro Acuícola Sonorense, S.A. de C.V.	Canotaje No.16, Col. Raquet Club, C.P. 83200
Jorge de la Torre Segura	Comercializador	Restauran Hacienda Coyotes	Km. 15 Carr. Zapotlanejo Tototlán, C.P. 45430
Jorge Zambrano G.	Productor	Granja Camaronera Agua Verde	Estero de Urías No. 50, Col. Urías
José A. Manríquez Zambrano	Productor	Agroindustrias de Jalisco	Cuicuilco 3198, Col. Pilar de la Cuna, C.P. 95080

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAIS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Guadalajara	Jalisco	33	38100122		tilapiasensiti@hotmail.com
Hostotipa-quillo	Jalisco	Caseta	3244 33793 y 33854		
Guadalajara	Jalisco	33	36357005		chatero53@hotmail.com.
Tultitlan	Edo. Méx.	55	58848400		
Tomatlan	Jalisco	322	3030281		
Zapopan	Jalisco	33	36340567		jebolmex@yahoo.com.mx
Villavicencio	Colombia	8	6550531	2681385	langosal@col1.telecom.com.co
Tepic	Nayarit	311	2118800	2118816	marcialj@nayar.uan.mx
El Palmar	Jalisco	321	3718052	31 73824080	
Campeche	Campeche	981	8116704	8116600	jtorres@correo.fira.gpb.mx
Zinacatepec	Edo. Méx.		2721218	2721218	
Manzanillo	Colima	Cel:	04431 43536101		
Villahermosa	Tabasco	993	3124727	3126998	kab-ja@hotmail.com
Hermosillo	Sonora	662	2173268	2130899	mwm@hmo.megared.net.mx
Zapotlanejo	Jalisco	33	38707256		haciendacoyotes@terra.com
Mazatlán	Sinaloa	669	9847733	9866267	jorgezambranog@hotmail.com
Zapopan	Jalisco	33	36349224		jamzair@Hotmail.com

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
José Alfredo Molina	Productor	Granja de Peces Aquamol	km. 4 Carretera Jamay- La Barca, Col. González Ortega 193, C.P. 47900
José Antonio Ortega Ortega	Productor	Procesadores Ortega Baja Sur	Calle 3 s/n, Col. Centro, C.P. 23920
José F. Preciado Villalvazo	Productor	Sociedad Cooperativa las Animas	Calle Rio Pinto No. 4, Col Guadalupana, C.P. 46600
José Jaime Castellano Flores	Productor		Km. 15 Carretera a Zapotlan
José Tomas Castro Portillo	Gobierno	FIRCO	Periférico Norte 3101, Col. Tabachines, C.P. 45188
Juan A. Celestino Aviña	Asesor	PRODESCA	Salvador Magaña Farias 378, Col. Lindavista
Juan Carlos Domínguez G.	Comercializador		Prolongación Eje 6 Sur No. 560, bodega D-2, Col. Aculco Izt., C.P. 09000
Juan M. Valencia	Productor	Compañía Reciente	Paseo de las Palmeras 1030, entre Lima y Gala, Col. Tabachines
Juan Ochoa Lupian	Productor	Peces Tarengo	Juan Escutia 190, Buenos Aires
Juan Padilla Güitrón	Gobierno	FIRCO	Periférico Norte 3101, Col. Tabachines, C.P. 45188
Karla G. Ríos González	Estudiante	Universidad de Guadalajara	Av Maestros 658, Col. Alcalde Barranquita, C.P. 4427
Kevin Fitzsimmons	Investigador	Universidad de Arizona	2601 E. Airport, C.P. 85706
Leismon N. Hernández A.	Productor		Melchor Ocampo 15, Col. Centro, C.P. 58540, Pastor Ortiz
Luis F. Castillo Campo	Investigador	Aquatrade Coporation Ecuador	Carrera 25 No. 6-66, Cali Valle
Luz Elena Ochoa Lupian	Gobierno	SEDAGRO	Juan Escutia No. 190, Buenos Aires
Luz Ma. Torres Rodríguez	Investigador	Instituto Nacional de la Pesca	Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C.P. 03310
Ma. Alba Santiago Figueroa	Productor	CORALBA	8 de Octubre No. 82, Col. La Quemada, C.P. 46480
Ma. de los Ángeles Peralta	Investigador	Instituto Nacional de la Pesca	Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C.P. 03310

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAIS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Jamay	Jalisco	392	9240743		jamsmolona@hotmail.com
Santa Rosalía	Baja California Sur	615	1521193	1521193	ortega2josea@hotmail.com
Ameca	Jalisco	375	7581162		
Zapotlan	Jalisco	391	9211596	9211596	jaime3742@hotmail.com
Zapopan	Jalisco	33	38618809	38618808	ja.info.@sagar.gob.mx
Villa de Álvarez	Colima	312	3305271		jangel_cea@yahoo.com.mx
	D. F.	55	56004794	56405264	
	Jalisco		36724496		
Paracuaro	Michoacán	453	5169966		
Zapopan	Jalisco	33	38618809	38618808	
Guadalajara	Jalisco	33	38544728		karla_rios@hotmail.com biologia@lareserva.com
Tucson	Arizona, EE.UU.		52 06263324	52 05730852	kevfitz@ag.arizona.edu
José Sixto V	Michoacán	438	6980045		
	Colombia	572	5142483		lfcas_2000@yahoo.com
Paracuaro	Michoacán	453	5169966	3141017	luzelenamx@hotmail.com
México	D. F.	55	54223054	56884014	lt80845@yahoo.com.mx
Magdalena	Jalisco	386	7542059		
México	D. F.	55	54223053	56884014	angpm2001@yahoo.com.mx

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
Ma. Isabel Peña Aguirre	Gobierno	Ayuntamiento de San. Juan Bautista	Privada de Guerrero No. 19, Col. Centro, C.P. 68300, Mpio San Juan Bautista
Ma. Luz M. Díaz López	Investigador	Instituto Nacional de la Pesca	Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C.P. 03310
Ma. Mercedes Azpeitia G.	Gobierno	Secretaría de Salud Jalisco	Dr. Baeza Alzaga No. 107, Col. Centro, C.P. 44100
Manuel Flores Molas	Gobierno	SEDER y Pesca, Gob. del Estado	Calle 21 No. 444, Cd. Industrial, C.P. 97983
Manuel Hernández Salcedo	Gobierno	FIRA- Banco de México	Paseo de Montejo 475, 37 Segundo Piso, Ed. Banxico
Manuel López Carrillo	Productor	Acuícola Ex Hada. De San Antonio	Abasolo 23, Col. Centro, C.P. 45400
Manuel Ochoa García	Productor	Granja Acuícola Sayula	P. Sánchez 36, Col. Centro
Marcelo Preciado Reyes	Productor	Sociedad Cooperativa las Animas	Calle 16 de Septiembre No. 40, C.P. 46600
Marco A. Cisneros Garibo	Productor	Acuacultores y Pescadores del Edo. De Sinaloa	Hidalgo No. 373-3, Col. Centro, C.P. 80000
Marco Moreno Torres	Productor	S.C.P.P.G.A. Ostrica Michain S.C. de R.L. de C.V.	Hidalgo esquina Francisco I Madero s/n, Boca de Camichin
Margarita Hernández Martínez	Investigador	Instituto Nacional de la Pesca	Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C.P. 03310
Mario Medina L.	Productor	SPR La Trucha	Allende 55, Col. San José, C.P. 99700
Mario Rafael Ramírez G.	Estudiante	Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales	José Santana No. 800, C.P. 45800
Martín Domínguez Viveros	Gobierno	SEDER	Chapultepec No. 222, esquina Júarez, Col. Centro, C.P. 77000
Matilde Rincón Pérez	Productor	Granja Acuícola Sta. Cecilia	Av. Juárez Nte. y Venustiano Carranza s/n, C.P. 30600
Miguel A. Ortiz Suárez	Productor	PESCA LIFE S.A. de C.V.	Av. Patria 1352-49, Col. Villa Universitaria, C.P. 45110
Miguel Flores Hinojosa	Gobierno	FIRA- Banco de México	Av. Paseo Tabasco No. 1042 int. 202, Col. Tabasco 2000

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAÍS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Tuxtepec	Oaxaca	287	8752525	8836618	pemari@hotmail.ne
México	D. F.	55	54223008		maluz_diaz@hotmail.com
Guadalajara	Jalisco	33	36136252 Ext 390,391	36137410	
Mérida	Yucatán	999	303830 Ext. 60018	303830 Ext.60021	manuel_flore@yucatan.gob.mx
Mérida	Yucatán	999	9255338		mhsalcedo@correo.fira.gob.mx
Tequila	Jalisco	374	7420783		
Sayula	Jalisco	341	4378863	4220366	
Ameca	Jalisco	375	81584		
Culiacán	Sinaloa	667	7126570	7126570	wwwaqua_tilapia@hotmail.com
Santiago	Nayarit	323	2349047		pescaseder@tepic.megared.net.mx
México	D. F.	55	54223053	58884014	margarita.hernandezmx@yahoo.com.mx
Tlaltenango	Zacatecas	437	9540807	9540816	medinal2001@yahoo.com.mx
Jocotepec	Jalisco	387	7631135		
Chetumal	Quintana Roo	983	8334354, 8321740 Ext. 225	8334355	viverosmd@qroo.gob.mx
Escuintla	Chiapas	918	6440415	6440285	matirincon@prodigy.net.mx
Zapopan	Jalisco	33	37193065		mortiz@ommilife.com.mx
Villa Hermosa	Tabasco	933	3166637		mfloresh@correo.fira.gob.mx mgl_hinojosa@yahoo.com

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
Miguel Jiménez Castellanos	Productor	IDEA, S.A. de C.V.	Mandarina 1656, Col. Jardines de la Cruz, C.P. 44950
Miguel Miramontes Villegas	Productor	IDEA, S.A. de C.V.	Guadalupe Victoria 28, Toluquilla
Mónica E. González R.	Gobierno	SEDER -I.A.P.E.J	Fit-bol No. 25, Fraccionamiento Auditorio, C.P. 45190
Mucio Luna Lara	Productor	Roberto Pérez Jiménez	Granja de Peces KAB-JA
Octavio Marín	Roberto Solis Bernant		Rancho Buenos Aires
Oscar Daniel Cerdá Téllez	Roboam Casanova Arteaga		Acuacultores y Pescadores del Edo. De Sinaloa
Oscar Ignacio Navarrete R.			Eje 6 Sur No. 560 Int. 16-A, Col. Aculco, C.P. 09000, Iztapalapa
Osvaldo Pérez Parra	Rodrigo Mariscal		FIRA- Banco de México
Pedro R. Murguía Duarte			Laboratorios Marinos S.A. de C.V.
Rafael Alcaraz	Roger W. Doyle		Hidalgo No. 373-3, Col. Centro, C.P. 80000
Rafael León Sánchez			Cooperativa Unión
Rafael León Sánchez	Rosendo Carlos Gutierrez		Universidad de Guadalajara
Rafael Ramírez Guerrero	Sabino Vega Ávila		Acuacultores y Pescadores del Edo. De Sinaloa
Rafael Sánchez Molina			Asociación de Agroacuacultores de Jalisco
Ramiro García Márquez	Samuel Madriz Jazo		José Guadalupe Zuno No. 48, Col. Los Belenes, C.P. 45101
Refugio Flores Medina			Niño Artillero, Col. El Limón, C.P. 46725
Regina Murillo Chávez	Santos Suárez López		Presidencia Municipal
Rigoberto Calderón Elizalde	Saúl Ruiz Martínez		Gabriel Leiva y Rosales s/n, Col. Centro, C.P. 80700
			Aquiles Serdan No. 1, Col. Cantera
			Camelot Ventures, S.A. de S.V.
			Calle Porvenir No. 67, Col Centro, C.P. 99500
			Sociedad de Producción Rural El Mixcuate
			Conocido el Mixcuate s/n
			FIRA- Banco de México
			Calle 14 Allende y Abasolo 604, Zona Centro, C.P. 87000

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAIS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Guadalajara	Jalisco	33	38100122		tilapiasensiti@hotmail.com
Tlaquepaque	Jalisco	33	36010916		
Zapopan	Jalisco	33	36604566 Ext. 56171 y 172	36264657	xauqui@hotmail.com
Villa Hermosa	Tabasco	993	3142452		
Tapachula	Chiapas	962	6252575	6252031	
Iztapalapa	D. F.	55	56000323		oscar_215@hotmail.com
Ocotlán	Jalisco	392	9221658	9220432	oinavarrete@correo.fira.gob.mx
Culiacán	Sinaloa	667	7163212	7162915	labmar42@prodigy.net.mx labmar@cln.megared.net.mx
Culiacán	Sinaloa	667	7179437	7126570	murguia34@prodigy.net.mx
Acatic	Jalisco	378	37151218		
Zapopan	Jalisco	33	36565141	36563639	rleon@newton.dip.udg.mx
Zapopan	Jalisco	33	36562515	36563639	rleon@newton.dip.udg.mx
Ameca	Jalisco	375	3857550962		
Cósala	Sinaloa	696	9650001 y 02	9650001	
San. Miguel el Alto	Jalisco	347	7881163		
Villanueva	Zacatecas	499	9261557	9261404	tilapia1mx.com
Villa Álvarez	Colima	312	3305271		
Cd. Victoria	Tamaulipas	834	3122873	3128750	rcalderon@correo.fira.gob.mx

NOMBRE	SECTOR	INSTITUCIÓN EMPRESA	DOMICILIO
Roberto Pérez Jiménez	Productor	Grupo Tecno Gas	Industria 555, Col. La Perla, C.P. 44360
Roberto Solís Bernant	Productor	Acuacultura Planeada S. de R.L.	
Roboam Casanova Arteaga	Productor	Atolinga Cactus S.A. de C.V	16 de Septiembre No. 13, Col. San Francisco, C.P. 99700
Rodrigo Mariscal	Productor		Manual acuña 420, Col. Centro, C.P. 45600, Santa Anita
Roger W. Doyle	Investigador	Genetic Computation Ltd.	1031 Beaufort Avenue Halifax NS, Canada B 3H 3YI
Rosendo Carlos Gutiérrez	Productor		EX-Hacienda Trinidad s/n, Col. Marfil, C.P. 36250
Sabino Vega Ávila	Productor		Emiliano Zapata No. 44, Col. Sto. Tomas, C.P. 46440
Samuel Madriz Jazo	Productor		Guerrero No. 71, Col. Centro
Santos Suárez López	Proveedor	Compañeros Unidos por Tab. SPR de RL	Malecón Carlos A. Madrazo 723, Centro, C.P. 86000
Saúl Ruiz Martínez	Productor	Acuicola Mihitla	Km. 100 Cantera a Presa Cajon de Peña, Col. Pino Suárez, C.P. 48450
Sergio Monroy	Productor	Biotecnologías Acuícolas	Calle 18 No. 245-B 21 y 23, Col. Fraccionamiento del Arco
Silvia L. Morales Martínez	Gobierno	Congreso del Estado B.C.	Héroes y Pioneros s/n, Col. Centro Civico, C.P. 21000
Tiberio Ramos Ramos	Asesor	Peces el Aguacate	Circuito Bugambilias 130
Tomas Reyes Quintero	Gobierno	FIRA- Banco de México	Km. 9 Antiguo camino a Pátzcuaro
Víctor H. Liñan Constantino	Proveedor	Sea Cons S.A. de C.V.	Macetas No. 8, Zona Centro, C.P. 92030 Cuauhtémoc
Yolanda Bañuelos Ayala	Productor	Cooperativa Martín	Av. Lourdes E. Vizcaíno Glz. 36, Ejido Emiliano Zapata, C.P. 45350

CIUDAD MUNICIPIO	ESTADO PAIS	LADA	TELEFONO	FAX	CORREO ELECTRONICO
Guadalajara	Jalisco	33	36185350	36184350	rpj@tecnogas.com
	Tabasco				
Tlaltenango	Zacatecas	437	9541000		
Tlaquepaque	Jalisco	33	36860740		
	Canadá	902	4200309	4290074	rdoyle@genecomp.com
Guanajuato	Guanajuato	473	31025		seahorse@int.com.mx
Hostotipa-quillo	Jalisco	33	31814781		
Tamazula	Jalisco	358	34160176		
Villa Hermosa	Tabasco	993	3149211	3149211	
Tomatlan	Jalisco	32	22865418		zaulruis@hotmail.com
Mérida	Yucatán	999	9430400		smonroy60@hotmail.com
Mexicali	Baja California	686	5595693		lorenad70@hotmail.com
Zapopan	Jalisco	33	36249076	36249076	tibe@terra.com.mx
Morelia	Michoacán	443			
Pueblo Viejo	Veracruz	833	2780785	2192528	vhlinan@hotmail.com
El Arenal	Jalisco	Cel:	443 34676441	31526806	cpiscicolamba@hotmail.com

## REUNIÓN NACIONAL DE TILAPIA

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

FUE UN TIRAJE DE 500 EJEMPLARES  
CIUDAD DE MÉXICO  
NOVIEMBRE DE 2003

DISEÑO E IMPRESIÓN  
GUSTAVO TORRES CAMPOS  
EDITH GONZÁLEZ SOLANO  
CARLOS O. CADENA



TEL. 01 55 56 11 62 46  
01 771 71 268 96  
01 771 71 243 41