

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LAS PESQUERIAS EN MEXICO

PROYECTO MEXICO-PNUD-FAO

Capacitación en acuicultura: México

130
CEPM: 12



S. I. C. / SUBSECRETARIA DE PESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

CAPACITACION EN ACUICULTURA: MEXICO

C.P. IDYLL

Origen de este trabajo

Fue elaborado del 9 de noviembre al 13 de diciembre de 1973 dentro del Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros México/PNUD/FAO por el Dr. C. P. Idyll, como parte del plan de asesoramiento al Gobierno de México de este programa de FAO.

Distribución

Instituciones, organismos, autoridades pesqueras de México e investigadores interesados en el tema.

Cita bibliográfica

Idyll, C.P. Capacitación en Acuicultura: México. Progr. de Invest. y Fom. Pesq. México/1974 PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM: 12.

FE DE ERRATAS

Página 2, 2o. párrafo, 3er línea

Dice: ...los pie de cría.

Debe decir: ...los pies de cría.

Página 4, subtítulo del 2o. párrafo

Dice: Dirección de Acuicultura

Debe decir: Dirección de Acuicultura, ya que es su nombre oficial. (En este trabajo se emplea siempre en el texto el vocablo acuicultura en lugar de acuacultura, por considerar que su uso es el correcto).

Página 8, 2o. párrafo 1er línea

Dice: ...Distritos de Acuicultura...

Debe decir: ...Distritos de Acuacultura..., ya que es su nombre oficial.

Página 11, Tabla 1, estación La Carreta, Mich.

Dice: Cyprinus auratus carassius

Debe decir: Carassius auratus

Página 12, Tabla 1 (Cont.), estación El Peaje

Dice: El Peaja, S.L.P.

Debe decir: El Peaje, S.L.P.

Página 15, 5o. párrafo, 6a. línea

Dice: ...bagre (Icturus punctatus)...

Debe decir: ...bagre (Ictalurus punctatus)...

Página 16, 6o. párrafo, última línea

Dice: ...Ostrea Cortezsiensis...

Debe decir: ...Ostrea Cortezsiensis...

Página 40, 2o. párrafo, penúltima línea

Dice: ...oxígeno, ph, ...

Debe decir: ...oxígeno, pH, ...

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer el interés y cooperación de todas las personas e instituciones mexicanas que contribuyeron, directa o indirectamente, con la aportación de valiosos datos para hacer posible la fundamentación de este trabajo.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. DEFINICION Y TIPOS DE ACUICULTURA	
1.1 Definición de acuicultura	1
1.2 Tipos de acuicultura	1
2. ACUICULTURA EN MEXICO	
2.1 Organizaciones involucradas	2
2.2 Coordinación de acuicultura	7
2.3 Desarrollo e investigación en acuicultura	7
2.3.1 Manejo del medio ambiente para aumentar la productividad	7
2.3.2 Cultivo de animales en criaderos y su siembra	9
2.3.3 La captura de crías silvestres, su confinación y cuidado	13
2.3.4 La cría de juveniles de poblaciones silvestres y de pies de cría en cautiverio, y su retención y alimentación hasta que alcanzan el tamaño co mercial	14
2.3.5 La cría de huevos y el cultivo de juveniles hasta que alcanzan el tamaño comercial	15
2.3.6 Semicultivo mediante el uso de diferentes técnicas de manejo	16
3. TENDENCIA FUTURA DE LA ACUICULTURA EN MEXICO	
3.1 Cultivo en agua dulce	17
3.2 Cultivo en estuarios	18
3.3 Impedimentos para una actividad desarrollada en acuicultura	20
4. CAPACITACION EN ACUICULTURA	
4.1 Capacitación existente sobre acuicultura en México	21
4.1.1 Sistema de educación pública	21
4.1.2 Escuelas secundarias pesqueras	25
4.1.3 Escuelas preparatorias de pesca	27
4.1.4 Escuelas pesqueras profesionales y escuelas que ofrecen capacitación en ciencias acuáticas	27
4.2 Necesidades de capacitación en acuicultura	28
4.2.1 Niveles de capacitación requeridos	28
4.2.2 Objetivos de la capacitación en acuicultura	29
4.2.3 Necesidades inmediatas	32

4.3	Capacitación en acuicultura en las escuelas secundarias	33
4.3.1	Cultivo estuarino	33
4.3.2	Acuicultura en agua dulce	36
4.3.3	Muestreo y medición	37
4.3.4	Otra capacitación	37
4.3.5	Comentarios sobre el plan de estudios existente	38
5.	RECOMENDACIONES	
5.1	Capacitación en acuicultura	40
5.2	Asuntos relacionados	42
	APENDICE	44

1. DEFINICION Y TIPOS DE ACUICULTURA

1.1 La acuicultura es la técnica que permite aumentar la producción de animales y plantas acuáticas para consumo humano, por medio de cierto control de los organismos y de su medio ambiente.

1.2 En la acuicultura existen posibilidades de realizar gran variedad de actividades. La misma palabra -acuicultura- tiene muy diferentes y amplios significados para distintas personas. Por ello, las discusiones de acuicultura generalmente se vuelven confusas y, en algunos casos, se crean malentendidos. Sería de utilidad describir, pues, brevemente los tipos comunes de acuicultura.

1. La actividad más simple que ha sido denominada acuicultura se refiere al control del medio ambiente para aumentar su productividad y no incluye el cuidado de los animales.

2. El segundo tipo es la obtención de peces u otros animales en criaderos para soltarlos en el mar o en agua dulce, con objeto de que sean capturados cuando alcancen el tamaño comercial. Esta actividad ha tenido éxito en aguas dulces, y muchas pesquerías activas dependen de los criaderos.

3. El tercer tipo de acuicultura comprende la captura de juveniles silvestres, su cautiverio y cuidado. En algunos casos, se han creado pesquerías especiales para mantener en cautiverio a organismos juveniles: por ejemplo, sabalotes (Chanos chanos) y camarón en Asia; en otros, se permite a los juveniles entrar en los criaderos durante las corrientes de mareas.

Existe un gran rango sobre el monto de cuidado que se proporciona a los animales en cautiverio, desde no atender la preparación del fondo de los estanques hasta una alimentación intensiva y fertilización del agua.

4. La cuarta clase de acuicultura es la cría de juveniles de huevos obtenidos de poblaciones silvestres, retenidos y alimentados en corrales hasta que alcanzan el tamaño comercial. Esta es una técnica un poco más complicada que las descritas anteriormente; se ha practicado con éxito en un grado de importancia en aguas dulces, y sirve de apoyo a industrias grandes en Asia, Norteamérica, Europa y otros lugares. Sin embargo, recientemente sólo se han encontrado posibilidades para unas cuantas especies en el mar, y, para la mayoría de los animales marinos y estuarinos, la técnica debe ser mejorada. Por ejemplo, para los camarones (Peneidos), los japoneses han mantenido desde hace tiempo una industria pequeña basada en esta técnica, cuya producción es reducida y no se halla en aumento.

En otros lugares, los problemas de costo para que los juveniles logren el tamaño comercial ha impedido la producción comercial de camarón, salvo a una insignificante escala.

5. El método más sofisticado consiste en la eclosión de huevos, la cría de juveniles en estanques u otros corrales hasta que alcanzan el tamaño comercial, y el mantenimiento de los pie de cría. El piscicultor logra un completo control sobre el ciclo de vida del animal. Este es el único tipo de acuicultura que es comparable al cultivo de tierra, pero hasta ahora no es muy común. En agua dulce, la trucha y el bagre se cultivan por medio de estas técnicas.

6. El cultivo de ostiones, mejillones y otros moluscos forma un tipo especial de actividad que se realiza en aguas costeras y estuarinas. Su grado de control varía; el rendimiento aumenta en proporción a la cantidad de atención puesta en la colecta de crías, el traslado de los animales a un ambiente más adecuado, al control de depredadores y otras técnicas.

2. ACUICULTURA EN MEXICO

2.1 Organizaciones involucradas

Hay varias organizaciones gubernamentales, académicas, privadas y comerciales, que se ocupan en México de las actividades de acuicultura.

México se encuentra en la etapa similar de muchos países donde la acuicultura atraviesa su primera fase de desarrollo. Su actividad principal es la investigación y fomento de instituciones para promover y controlar el cultivo de peces. Conforme la actividad se intensifique y aumente la producción de alimentos por parte de las empresas comerciales privadas y cooperativas, se hará proporcionalmente más grande y más importante que los organismos gubernamentales.

Gobierno Federal

1. Secretaría de Industria y Comercio

Subsecretaría de Pesca

Instituto Nacional de Pesca (INP)

Esta organización ejerce la autoridad legal en pesquerías, dentro de la Ley de Pesca, y en materia de acuicultura tiene asignada la función.

principal de asesoramiento técnico y científico.

Anteriormente controlaba las estaciones de cultivo de agua dulce descritas más abajo, pero en 1972 éstas pasaron a la supervisión de otro organismo: el Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática.

El INP, en coordinación con la Comisión del Río Papaloapan, SRH, controla la Estación de Acuicultura Tropical en Temazcal, Oax. Cumple la función de efectuar repoblaciones en embalses, además de promover la capacitación del empleo de nuevos métodos y artes de captura, sobre todo en las presas Miguel Alemán, Oax., La Boquilla, Chih., Lázaro Cárdenas, Dgo. y Manuel Avila Camacho, Pue.

Esta institución cuenta con doce estaciones marinas de investigación pesquera, tres de las cuales realizan cultivos de abulón, ostión, pámpano y otras especies.

En la Ciudad de México, actualmente las actividades de acuicultura del INP consisten en experimentos sobre crecimiento y desarrollo de especies de agua dulce en acuarios, siguiendo el método de policultivo; en las costas del Pacífico y del Caribe, se desarrolla un trabajo sobre captura y siembra de tortugas.

Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (FIDEFA)

Este es un fideicomiso del gobierno dentro de la Subsecretaría de Pesca, establecido en 1972 para acelerar la producción de animales acuáticos, especialmente en agua dulce. Su financiamiento se hace a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Nacional Financiera, y se controla por medio de diversos organismos gubernamentales, siendo el más importante la Subsecretaría de Pesca. Además, se formó un comité técnico y financiero integrado por la Confederación Nacional Campesina, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Confederación Nacional Cooperativa de la República Mexicana, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Nacional Financiera, Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, Confederación Nacional de la Pequeña Propiedad y Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Se considera que, eventualmente, el fideicomiso se pagará por sí solo. Cuenta con un personal de 250 miembros en las estaciones piscícolas y en las oficinas centrales en la Ciudad de México; cerca de 40 de los integrantes de este personal son profesionistas. Este organismo controla las estaciones piscícolas, anteriormente pertenecientes al Instituto Nacional de Pesca; actualmente existen 17 estaciones. Además, FIDEFA está realizando inventarios de aguas interiores en México, y ampliando sus actividades en áreas estuarinas por lo que respecta a capacitación en acuicultura.

2. Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH)

Por ley, esta Secretaría controla el uso del agua. Es muy activa en la construcción de presas, canales, desviaciones y otras estructuras para el control del agua. La planeación de estas estructuras, en general, no había considerado los posibles efectos probables de ellas sobre las poblaciones acuáticas, ni las actividades posibles de acuicultura, sino hasta casi el final del proceso.

Dirección de Acuicultura

Esta sección de la Secretaría de Recursos Hidráulicos se ocupa de la acuicultura en el sentido de que trata de impedir la alteración deliberada en el suministro de agua y controlar en cierta medida el medio ambiente de los estuarios y lagunas para aumentar la productividad. También desarrolla una pequeña labor en el cultivo de ostión, y planea ampliar este trabajo en el futuro. Su filosofía es que primeramente hay que obtener la máxima utilización de los elementos acuáticos existentes y, una vez alcanzado esto, ocuparse más activamente de su introducción en los diferentes tipos de cultivo tales como el "encierro de peces" o "camarón en corrales". El trabajo de esta Dirección se ve involucrado en las actividades de otros grupos del gobierno que tienen asignados, por ley, diversos tipos de control sobre los aspectos sociales y económicos del uso del agua. La Dirección de Acuicultura se ha comprometido, en algunos casos, en trabajos por contrato con universidades y empresas privadas, con objeto de obtener antecedentes técnicos para el trabajo que se propone y su continuación.

Departamento de Piscicultura de Distritos de Riego

Dentro de la SRH, Distritos de Riego cuenta con tres estaciones piscícolas: El Rodeo, Mor., Pucato, Mich., Pabellón, Ags. Dichas estaciones se ocupan de la producción de crías de carpa, trucha y rana, para repoblarlas en las presas.

3. Secretaría de Educación Pública

Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior

Dirección General de Educación Tecnológica Pesquera

Esta Dirección se ocupa de la acuicultura, principalmente en el aspecto de capacitación. Treinta escuelas secundarias fueron construidas en 1972 -Escuelas Tecnológicas Pesqueras- para capacitar estudiantes en técnicas de pesca y otros aspectos de pesquerías, incluyendo acuicultura.

Estas escuelas capacitan estudiantes a nivel de escuela secundaria (14 - 17 años de edad, al iniciar cursos). Se planea aumentar las escuelas con dos grados más, como se describe más adelante en este informe. Los estudiantes y la facultad de las escuelas orientarán estos grados hacia la acuicultura, en lo referente a capacitación, dando mayor importancia al trabajo práctico.

4. Instituto Nacional Indigenista

Esta organización tiene dos estaciones de cultivo en aguas dulces: una en Huachochic, Chih. y otra en San Cristóbal, Chiapas.

5. Comisión Federal de Electricidad

Este organismo cuenta con una estación de cultivo, "Benito Juárez", en Malpaso, Chiapas.

Universidades

1. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

La Universidad hizo investigaciones sobre acuicultura en sus instalaciones de la Ciudad de México y en las estaciones de campo de Mazatlán y de Ciudad del Carmen primero, a través del Instituto de Biología y, desde 1973, utilizando su Centro de Ciencia del Mar y Limnología. Su personal de profesores e investigadores consta de 25 científicos. Parte de la investigación es patrocinada por contratos con Recursos Hidráulicos y otros organismos. La Universidad imparte también capacitación en ciencias acuáticas, incluyendo acuicultura, en la Facultad de Ciencias, a niveles de pasantes y graduados, proponiendo grados de MSc y PhD en Biología Marina.

2. Instituto Politécnico Nacional

Esta institución realiza investigaciones de animales acuáticos, especialmente sobre ecología, en sus instalaciones educativas en la Ciudad de México. Capacita a estudiantes a nivel de pasantes y maestría, incluyendo un curso general sobre acuicultura.

3. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

La Escuela de Ciencias del Mar y Tecnología de Alimentos, perteneciente al Instituto y que está situada en Guaymas, Son., lleva a cabo investigaciones sobre camarones y otros cultivos. Capacita estudiantes, a nivel

de pasantes, en aspectos de ciencia marina, especialmente en lo que se refiere a procesamiento de alimentos y materias relativas, e incluye algunos aspectos sobre acuicultura.

4. Universidad Autónoma de Baja California

Escuela Superior de Ciencias Marinas

Esta institución ha dado mucha importancia a la oceanografía física, aunque hace algunas investigaciones en biología marina; está ubicada en Ensenada, Baja California. Las actividades de acuicultura incluyen el cultivo de ostión en Bahía de San Quintín, mediante un contrato de trabajo con Recursos Hidráulicos.

5. Universidad de Sonora

Estableció un vivero de camarones en Puerto Peñasco, Son., en colaboración con la Universidad de Arizona, con bastante éxito durante su primer año de trabajo.

6. Universidad de Sinaloa

Cuenta con una sucursal llamada Escuela de Ciencias del Mar en Mazatlán, Sin.

7. Universidad de Nayarit

(Escuela de Oceanología). Escuela de Ingeniería Pesquera en Tepic, Nay.

8. Universidad de Guerrero

Escuela de Ecología en Acapulco, Gro.

Las últimas cuatro instituciones están comenzando a tomar parte en capacitación e investigación sobre ciencias acuáticas.

Organizaciones privadas

1. Consultores en Ingeniería Fluvio Marítima, S.A. (CIFSA)

Esta es una compañía particular de consultores en ingeniería, biología, economía, química y otras especialidades, quienes se ocupan de proyectos en ciencia acuática bajo contratos con secretarías de gobierno e

industrias privadas. Se dedican al desarrollo del cultivo de camarón, ostión y peces. Hay 68 profesionales en esta organización.

2.2 COORDINACION DE ACUICULTURA

No es de sorprender que muchos organismos gubernamentales y de otra índole se ocupen de la acuicultura en México. En la etapa preliminar que el país ha alcanzado en esta actividad, se requiere cierta cantidad de ensayo y error para establecer el mejor patrón administrativo, y el mejor esfuerzo de investigación y desarrollo en las actividades de capacitación.

Sin embargo, hay poco contacto entre las organizaciones interesadas en acuicultura, pero se llevan a cabo juntas de coordinación en casos que lo ameriten. Se requiere de cierta duplicidad en el trabajo de investigación y desarrollo; es más, debe promoverse, ya que muchos problemas que no pueden ser resueltos por una organización podrían resolverse mediante otro procedimiento, aunque, por supuesto, se obtendría un progreso y una eficiencia mayores si se lograra más contacto entre los diferentes trabajadores.

2.3 DESARROLLO E INVESTIGACION EN ACUICULTURA

Después de la clasificación de acuicultura presentada en la sección 1.2, procede su discusión.

2.3.1 Manejo del medio ambiente para aumentar la productividad

Este es uno de los dos tipos de acuicultura ampliamente practicados en México. De acuerdo a algunas clasificaciones, no es del todo acuicultura sino solamente una modificación del medio ambiente natural, en el cual los animales no son producidos en criaderos, ni alimentados, ni cuidados de alguna otra manera. En las lagunas costeras mexicanas, la Secretaría de Recursos Hidráulicos se ocupa de modificaciones muy extensas del medio ambiente, con objeto de mejorarlo, especialmente para el camarón y ostión. Estas actividades incluyen la apertura de canales, entre el mar y las lagunas, para aumentar la circulación y el contenido de oxígeno y proporcionar acceso a los animales. Algunas veces se construyen diques para mantener estables estas aperturas y en ocasiones se instalan compuertas para controlar los niveles del agua. En algunas áreas laguneras, las inundaciones son por temporadas, y en cierto tiempo del año no hay agua o es muy escasa. Algunas de estas áreas han sido abiertas para que el agua las cubra permanentemente, con beneficio indudable para los animales acuáticos. Los ingenieros también desvían canales para introducir agua dulce a las lagunas; desvían canales más profundos en las lagunas para

mejorar la circulación del agua y el acceso para el hombre; construyen retenes de azolve en ríos para aminorar el azolvamiento de estuarios; dragan lagunas con el mismo fin; conectan secciones de lagunas para aumentar las áreas de acceso para camarón. Recursos Hidráulicos construye carreteras de acceso, plantas de hielo y otras obras para mejorar la infraestructura pesquera, en colaboración con otras Secretarías. El costo de estas obras públicas es alto, a menudo se realizan sin la prestación suficiente de asesoría biológica.

Recursos Hidráulicos ha creado tres Distritos de Acuicultura: en Nayarit, Tabasco y Veracruz, para administrar su trabajo de campo. Las actividades de esta Secretaría comenzaron dando prioridad a los proyectos sobre irrigación y otros controles de agua, especialmente en relación a la agricultura. Existe una seria carencia de agua en la mayor parte del país, y por ello se otorgó amplio poder a la Dirección General de Irrigación y Control de Ríos, sobre el uso y control del agua. Posteriormente, Recursos Hidráulicos se dió cuenta que los recursos pesqueros estuarinos y la ecología acuática dependían en general del suministro tanto de agua dulce como de salada, y por consiguiente dieron atención a este complejo problema. Como consecuencia, se creó la Dirección de Acuicultura a cuyo personal se integraron biólogos. Esta Dirección, además, solicitó los servicios de especialistas de universidades y otros lugares para ayudar en la colecta y análisis de datos ecológicos. Se estableció una Dirección de Acuicultura a la que se responsabilizó principalmente de anticipar y controlar los efectos de desviación de las aguas y otras prácticas de control de los animales acuáticos de valor comercial.

Esta política debe seguirse con más energía. En particular, deben planearse estudios y disponer de tiempo suficiente para obtener conclusiones claras sobre los posibles efectos en el control del medio ambiente. Anteriormente, algunos proyectos se daban por terminados antes de lograr esto, y puede ser que la ingeniería y otros cambios hayan perjudicado el medio ambiente en lugar de beneficiarlo. Debe hacerse notar, por ejemplo, que cualquier cambio en un área ocasionado por la exclusión del agua dulce de las lagunas, no solamente reducirá la productividad del camarón, sino que, si es llevada más allá del límite, destruirá las existencias y la pesquería. No sólo es necesario mantener la salinidad dentro de los límites adecuados, sino que el camarón necesita de la afluencia de agua dulce para que proporcione nutrientes y excluya depredadores marinos.

Hay evidencia de que las actividades del control ambiental hechas por Recursos Hidráulicos han aumentado la productividad de algunas áreas laguneras. Parece ser, por ejemplo, que áreas antiguamente secas por largos períodos han sido inundadas permanentemente; de ahí que la productividad acuática haya mejorado. Las cifras proporcionadas en Recursos

Hidráulicos sobre producción de camarón y ostión, antes y después de los proyectos de ingeniería, muestran un aumento considerable en cantidades y valor:

1. En los Estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y Chiapas, las capturas de camarón de pesquerías costeras (no incluyendo la captura de arrastre en mar abierto) tuvo un promedio de 3,287 toneladas en 6 años antes de las obras públicas, comparada a una producción de 6,480 toneladas en 1972. Los valores comparativos fueron \$ 27.94 M.N. millones y \$ 98.99 M.N. millones.

2. En los estados de Sinaloa y Tabasco, la producción de ostiones aumentó, en un promedio de 6 años, de 5,491 toneladas con un valor de \$ 4.75 M.N. millones a 13,443 toneladas con un valor de \$ 10.64 M.N. millones.

Las cifras de valor y producción de años anteriores probablemente no son de toda confianza, y es por lo tanto difícil estar seguro de tales comparaciones. Más aún, el alza en valores se debe en parte a la inflación, pero probablemente sí se obtuvo algún aumento real. El aumento en la producción puede atribuirse al aumento de productividad de las aguas, como un resultado de la mejora del medio ambiente, pero ya que no existen datos para cantidades comparativas de esfuerzo pesquero no es posible juzgar con exactitud. Una de las necesidades urgentes es crear sistemas para coleccionar cifras de producción precisas y para medir el esfuerzo pesquero, con el fin de poder tener absoluta confianza en este tipo de estadísticas, sobre las cuales puedan tomarse decisiones a largo alcance y basar los gastos realizados por el gobierno, cooperativas y otros.

2.3.2 Cultivo de animales en criaderos y su siembra

En México, este tipo de acuicultura se halla bastante desarrollado en las estaciones piscícolas. Hay por lo menos 21 criaderos de agua dulce o estaciones piscícolas involucradas, 17 bajo control de FIDEFA.

El INP, en coordinación con la Comisión del Río Papaloapan, SRH, opera la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, Oax. En esta estación se produjeron, durante el año de 1973, 280,000 crías de tilapia, de las cuales un 80% se destinó para repoblaciones en embalses. La Tabla 1 enumera las especies cultivadas para siembras con nombres comunes y científicos.

El número total de crías producidas en algunas estaciones piscícolas de FIDEFA, de enero a octubre de 1973, fue de:

Trucha	755,000
Carpa de Israel	3,045,559
Carpa común escamuda	1,030,300
Carpa herbívora	1,198,300
Carpa Kingyo	94,040
Carpa barrigona	40,000
Bagre de Balsas	12,000
Lobina negra	278,520
Tilapia	1,521,380
Pescado blanco	317,872
Charal	1,625,000
Mojarras	50,000
Acumara	3,500
Total	9,971,471

Carpa. Cuatro especies han sido introducidas en México (Tabla 1). En los criaderos, los huevos se obtienen ya sea de los pie de cría que se mantienen ahí o de peces silvestres capturados para ese propósito. Se practica la inducción con hormonas en la carpa herbívora para estimular el desove. En el lago artificial creado por la Presa de Infiernillo, Michoacán, se ha establecido la pesca de carpa y tilapia por medio de siembras efectuadas desde hace varios años, principalmente a principios de 1972, capturándose actualmente casi dos toneladas diarias.

Tilapia. Se ha introducido tres especies de tilapia. La pesquería se mantiene por las repoblaciones efectuadas en varios lagos, incluyendo lagos artificiales creados por las presas. Aparte de la pesquería antes mencionada en el lago artificial de la Presa de Infiernillo, se captura tilapia de la Presa Miguel Alemán, Veracruz en cantidades que a veces rebasan las diez toneladas diarias.

Existen cerca de 10,000 lagos y otros cuerpos de agua en México adecuados para la repoblación de peces. Ya se han sembrado en 90 de éstos y se espera que este programa aumente de una manera notoria en los próximos años.

Trucha. FIDEFA mantiene determinado número de pies de cría de truchas en la estación del Zarco, de los cuales obtiene las crías para sembrarlas posteriormente en presas y lagos.

Abulón. Desde 1969, el INP inició un programa para captura y siembra de crías de abulón (Haliotis corrugata y H. fulgens) en las aguas de Baja California, en Ensenada. Los abulones son desovados en el laboratorio y

TABLA 1
ESTACIONES PISCICOLAS Y ESPECIES CULTIVADAS

Estación y localización	Nombre en inglés	Nombre en español	Nombre científico
El Zarco D.F.	Rainbow trout	Trucha arco iris	<u>Salmo gairdneri</u>
	Brook trout	Trucha de arroyo	<u>Salvelinus fontinalis</u>
Tezontepec Tezontepec, Hgo.	Grass carp	Carpa herbívora	<u>Ctenopharyngodon idella</u>
	Silver carp	Carpa plateada	<u>Hypophthalmichthys molitrix</u>
	Common carp	Carpa común escamuda	<u>Cyprinus carpio</u>
	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
	Ornamental fishes(1)	Carpa kingyo	<u>Carassius auratus</u>
	Ornamental fishes(2)	Carpa koi	<u>Cyprinus carpio</u>
Zacatepec Zacatepec, Mor.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
	Catfish	Bagre del Balsas	<u>Istlariius balsanus</u>
	Ornamental fishes(1)	Carpa kingyo	<u>Carassius auratus</u>
	Ornamental fishes(2)	Carpa koi	<u>Cyprinus carpio</u>
	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia spp</u>
Chapingo Edo. de México	Common carp	Carpa común escamuda	<u>Cyprinus carpio</u>
	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
	Frogs (bull frog)	Rana toro	<u>Rana catesbeiana</u>
Tlacolula Tlacolula, Oax.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia nilotica</u>
	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia mossambica</u>
	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia melanopleura</u>
	Cichlids	Mojarras	<u>Cichlasoma spp</u> y <u>Petenia splendida</u>
Temazcal Temazcal, Oax.	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia spp</u>
	Cichlids	Mojarras	<u>Cichlasoma spp</u>
La Carreta Mich.	Common carp	Carpa común escamuda	<u>Cyprinus carpio</u>
	Ornamental fishes	Carpa kingyo	<u>Cyprinus auratus carassius</u>
	Ornamental fishes	Carpa koi	<u>Cyprinus carpio</u>
Infiernillo Presa Adolfo López Mateos, Mich.	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia spp</u>
	Common carp	Carpa común	<u>Cyprinus carpio</u>
	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>

TABLA 1 (Cont.)

Estación y Localización	Nombre en inglés	Nombre en español	Nombre científico
Las Pintas Tlaquepaque, Jal.	White fish	Pescado blanco	<u>Chirostoma estor</u>
	Charal	Charal	<u>Chirostoma spp</u>
	Common carp	Carpa común escamada	<u>Cyprinus carpio</u>
Chilpancingo Chilpancingo, Gro.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
Pátzcuaro Pátzcuaro, Mich.	Acumara	Acumara	<u>Algansea lacustris</u>
	White fish	Pescado blanco	<u>Chirostoma estor</u>
	Grass carp	Carpa herbívora	<u>Ctenopharyngodon idella</u>
	Ornamental fishes(1)	Carpa kingyo	<u>Carassius auratus</u>
	Ornamental fishes(2)	Carpa koi	<u>Cyprinus carpio</u>
Black bass	Lobina negra	<u>Micropterus salmoides</u>	
San Cayetano Tepic, Nay.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
El Peaje El Peaje, S.L.P.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
	Black bass	Lobina negra	<u>Micropterus salmoides</u>
	Cichlids	Mojarras	<u>Cichlasoma spp</u>
Jaral de Berrio Jaral de Berrio, Gto.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
Tancol Tancol, Tamps.	Black bass	Lobina negra	<u>Micropterus salmoides</u>
	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
	Tilapia	Tilapia	<u>Tilapia spp</u>
	Catfish	Bagre	<u>Ictalurus punctatus</u>
Canatlán Canatlán, Dgo.	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
Chapala Tizapan El Alto, Jal.	Charal	Charal	<u>Chirostoma spp</u>
	Catfish	Bagre	<u>Ictalurus punctatus</u>
	Common carp	Carpa común escamada	<u>Cyprinus carpio</u>
	Mirror carp	Carpa de Israel	<u>Cyprinus carpio</u>
La Boquilla La Boquilla, Chih.	(in project)	(en proyecto)	

las crías son cuidadas hasta que alcanzan determinado tamaño. Estas crías son vendidas a las cooperativas pesqueras, quienes las siembran. No se toman medidas de la producción del abulón comercial de los animales antes citados.

Tortugas. Hay un gran interés en México en la rehabilitación de las existencias de tortugas marinas. El INP cuenta con un programa activo que incluye varias especies, y utiliza siete criaderos. Los huevos de tortuga son colectados de desoves naturales, protegidos en los campamentos tortugueros y las crías son sembradas en el mar. El programa más grande incluye la tortuga bastarda del Pacífico (Lepidochelys olivacea), la cual estaba siendo sobreexplotada. Cerca de millón y medio de crías de esta especie son liberadas anualmente, en los Estados de Jalisco, Guerrero y Oaxaca. Algunas tortugas bastardas del Atlántico (L. kempí) también son liberadas en Tamaulipas, en el Golfo de México (cerca de 30,000 por año). También son liberadas en el Golfo algunas tortugas cabeza de martillo (Caretta caretta) y tortugas verdes (Chelonia mydas), en cantidades anuales que se aproximan a 10,000 por cada especie.

El INP piensa que sin este programa para ayudar a la protección de las tortugas ovígeras y a un programa de información pública, las existencias de tortuga bastarda y quizá aquéllas de otras especies desaparecerían debido a la rapiña practicada por perros y pájaros, y particularmente por el hombre, que toma los huevos y mata a las hembras. Debido a la falta de datos sobre las tortugas que sobreviven y las que son capturadas, resultantes de este programa de siembra, no es posible evaluar su valor económico.

2.3.3 La captura de crías silvestres, su confinación y cuidado

En México no se realiza este tipo de acuicultura, excepto para tortugas, y esta actividad puede no ser de importancia económica. El encierro de camarón detrás de barreras y su captura por tapos (trampas en forma de corazón), cuando ellos emigran fuera del estuario no puede ser incluido en esta categoría, ya que no se les alimenta, ni se les imparte otro tipo de atención. Sin embargo, podría aumentarse la producción en algunas de estas áreas aplicando técnicas bien establecidas de las Filipinas, Indonesia y otros lugares. Esto incluye uno o varios procedimientos, comprendiendo la preparación del fondo de los estanques u otros corrales, para proporcionar más alimento natural; la fertilización del agua con el mismo fin; proporcionar alimentos en los estanques; controlar los depredadores, y seleccionar la captura por tamaño.

Existen otras especies que son reclutadas de esta manera en varias partes del mundo. En algunos países, la lisa (Mugil) es un pez muy esti

mado y caro, pero en México se le da poca importancia, y debido a que abunda en forma natural, no sería costeable cultivarlo actualmente. Los sabalotes (Chanos) también son muy apreciados en el Lejano Oriente y es un artículo de alimento caro. Estas especies han sido introducidas en México pero se venden a precios bajos. Si el camarón pudiera ser criado a la manera asiática, las ganancias que se obtuvieran del camarón podrían suplementar a las de la lisa, el sabalote y quizá otras especies que también crecerían en los estanques. La lisa puede ser criada también en agua dulce en ciertas áreas apropiadas ecológicamente en México, capturando crías silvestres.

2.3.4. La cría de juveniles de poblaciones silvestres y de pies de cría en cautiverio, y su retención y alimentación hasta que alcanzan el tamaño comercial

Estos tipos de acuicultura son realizados en un grado insignificante en México.

Macrobrachium

Se han hecho experimentos en el cultivo de camarón de agua dulce (o langostino) Macrobrachium, pero al igual que en otros lugares, este procedimiento aún está en una etapa experimental y no se ha realizado una producción comercial. Los experimentos con el cultivo de Macrobrachium en México comprenden lo siguiente:

Macrobrachium americanum

- a) en Cacalotán, Sinaloa, al Este de Mazatlán, por una compañía privada. Esta compañía presenta índices de adelanto con los que podría alcanzar el éxito comercial.
- b) en Rosario, Sinaloa, por CIFSA; experimental.
- c) en México, D.F., por PHIBIO; experimental.

M. carcinus

- a) en México, D.F., por el INP; experimentos en acuario.
- b) en el Centro de Investigación Pesquera, de Tampico, Tamps., por el INP.

M. tenellum. En la estación piscícola de Pátzcuaro e Infiernillo, por FIDEFA; incluye la plantación de larvas.

M. acanthurus. En Tlacotalpan, Veracruz; por la Comisión del Papaloapan (Secretaría de Recursos Hidráulicos); producción de juveniles.

Camarón. Como en otros lugares del mundo, existe un gran interés en México sobre la posibilidad de criar camarones peneidos mediante el cultivo. Muchas organizaciones (por ejemplo, INP, UNAM; en el Estado de Campeche; Tecnológico de Monterrey; Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Sonora, y la Universidad de Arizona; en Peñasco, Sonora) se ocupan de aspectos del cultivo de camarón. Pero aún no ha habido producción comercial, y aparentemente ninguna institución o empresa privada está cerca de efectuar operaciones de provecho. El trabajo que Recursos Hidráulicos realiza en las lagunas se denomina "semi-cultivo" pero no incluye ningún tipo de atención a los camarones en sí.

2.3.5 La cría de huevos y el cultivo de juveniles hasta que alcanzan el tamaño comercial

Trucha

Se han comenzado a efectuar experimentos para el cultivo de la trucha arco-iris en corrales para venderla como alimento. Una pequeña operación realizada en Puebla logró cultivar cantidades limitadas (se estima que son entre 10 y 20 toneladas por año). Un organismo del Estado de Jalisco, la Comisión del Sur de Jalisco, dice estar cultivando cantidades pequeñas para venderlas como alimento, y al mismo tiempo está sembrando algunas. El criadero de FIDEFA, en Pátzcuaro, está comenzando a cultivar trucha para alimento, pero hasta ahora sólo a pequeña escala. Uno de los métodos consiste en encerrar los peces en corrales, en estanques temporales o permanentes cerca de la estación piscícola. El cultivo de la trucha en estanques es una técnica bastante desarrollada en muchas partes del mundo, y probablemente podría realizarse con mucho éxito en México.

Bagre. Muchos de los bagres cultivados han sido sembrados para aumentar el suministro de existencias silvestres, pero se ha tratado de cultivar esta especie en corrales, como es común en muchas partes del mundo. CIFSA está colaborando con el gobierno del Estado de Sinaloa y un grupo privado, Industria Pesquera Integral, sobre la posibilidad del cultivo de bagre (Icturus punctatus) en canales (raceways) en Rosario, Sinaloa. Se planea contar con un sistema completo, incluyendo el congelamiento y procesamiento del pescado. La capacidad calculada es de 500 toneladas anuales.

El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey está desarrollando programas de cultivo con Recursos Hidráulicos en la Estación de Apodaca, N.L.

2.3.6 Semicultivo mediante el uso de diferentes técnicas de manejo

Ostión. La pesquería del ostión ha sido de importancia en México durante muchos años, y cantidades muy grandes han sido producidas en muchas partes de la costa. Sin embargo, ha habido muy pocos intentos de cultivo de ostión, y sólo una proporción muy pequeña de la producción puede atribuirse a actividades esenciales de cultivo. Desafortunadamente, las estadísticas disponibles no muestran cantidades, y ninguno de los expertos se atrevería a adivinar. Se le atribuye al llamado "semi-cultivo" una considerable producción de ostiones, consistiendo este semi-cultivo en la modificación de las áreas de la laguna para mejorar el medio ambiente del ostión. Se desconoce la razón costo/beneficio de esta actividad.

La mayor parte de esta industria se encuentra en la costa del Golfo de México, en la Laguna de Tamiahua en Veracruz, y cerca de 15,000 toneladas de ostión (Crassostrea virginica) son producidas anualmente. La producción en 1969 fue de 42,400 toneladas. Las prácticas de cultivo de ostión se limitan a la elaboración de colectores, la fijación de crías y la repoblación de las mismas.

En Pueblo Viejo, Veracruz, se producen anualmente cerca de 8,000 toneladas de ostiones (C. virginica). En la Laguna de San Andrés, Tamps., cerca de 5,000 toneladas. Se desconoce en estas dos áreas qué cantidad es resultado del cultivo.

El ostión se ha producido en casi todo el Estado de Tabasco durante muchos años, y se ha practicado allí un poco de cultivo primitivo. En 1973, el Instituto Nacional de Pesca y Recursos Hidráulicos intensificaron su asesoría a los pescadores locales para el manejo de las existencias silvestres, con el fin de mejorar el cultivo. En las lagunas de Mecocacán, Machona y Carmen se produjeron cerca de 13,000 toneladas de ostión.

En la costa del Pacífico, la pesquería y cultivo de ostión tiene menos importancia, pero se está tratando de incrementar su producción. En la Bahía de San Quintín, Ensenada, la Universidad de Ensenada patrocinó un programa de investigación para el cultivo de C. gigas. La especie nativa es O. lurida. En la parte central de Sinaloa, otro programa para el desarrollo de ostiones comprende tres bahías: Ceuta, Pabellón y Santa María. El ostión nativo, Ostrea corteziensis, y el ostión del Golfo de

México, C. virginica, empiezan a ser estudiados. Se planea la extensión de este estudio por medio de un patrocinio mixto del Gobierno del Estado, las cooperativas locales, el INP y Recursos Hidráulicos.

En el área del Pacífico, la producción de ostiones también incluye San Blas, Nayarit. Sólo se practica cultivo experimental en este lugar.

C. iridescens tiene importancia comercial a lo largo de la costa del Pacífico, pero a la fecha no ha sido objeto de cultivo.

3. TENDENCIA FUTURA DE LA ACUICULTURA EN MEXICO

La creciente demanda en México de alimentos con contenido proteínico, la gran necesidad de proporcionar empleo en las áreas costeras y rurales del interior, y la considerable publicidad dada a la acuicultura en este país y en otros lugares, asegura que habrá un considerable aumento en la actividad de cultivo de peces e invertebrados en los próximos años. Ya se ha iniciado una gran actividad provechosa, lo que alentará y canalizará trabajos aún más efectivos por medio de cooperación y coordinación.

3.1 Cultivo en agua dulce

Se le ha dado más atención en México al cultivo en agua dulce que a las actividades en estuarios; la producción de carpa, tilapia y algunas otras especies es bastante alta. Se puede esperar con confianza que en el futuro este trabajo se acelerará. Estas especies serán producidas en número mayor para sembrarlas en lagos, estanques y otros cuerpos de agua. Más aún, el trabajo que se está empezando con el cultivo de peces en cautiverio, hasta que alcanzan el tamaño deseado para el mercado, parece que se ampliará. Esto debe ser promovido, pues se trata de un tipo de acuicultura que puede producir enormes ganancias bajo condiciones adecuadas. Se dice que existen por lo menos 10,000 lagos pequeños y estanques en los cuales podrían cultivarse peces en México, y el número de tales cuerpos de agua puede ser mucho mayor. Se prevee que los jóvenes pueden ser capacitados en estas prácticas, y servir como personal extensionista para enseñar a los agricultores y otras personas a producir peces en estanques dentro de su propia tierra o en otros lugares.

El cultivo de la trucha (principalmente la trucha arco iris) ha alcanzado un nivel de operación comercial en los Estados Unidos, Dinamarca, Japón y otros países.

En México se han cultivado algunas truchas para sembrarlas posteriormente en lagos y arroyos. Se ha intentado, a pequeña escala, el cultivo en estanques con fines comerciales, como se describió en otra sección de

este informe, pero puede decirse que la industria aunque ya existe, es aún incipiente. Sin embargo, es muy probable que pueda establecerse en algunas partes del país, donde existe suficiente agua de calidad apropiada. Los expertos locales mencionan que sería posible en los Estados de México, Michoacán, Durango y en las partes altas de Veracruz y Puebla. Se han realizado, en México, experimentos sobre el cultivo de trucha en estanques con agua caliente y turbia, y se ha reportado algo de éxito. Pero esto va contra la regla de otra área en que la cantidad de trucha cultivada está en función del volumen de agua corriente, clara y altamente oxigenada, y la experiencia local debe probarse de manera rigurosa. Existe un buen mercado para la trucha, y debe proseguirse con el cultivo de esta especie.

Hay una cantidad creciente de bagre cultivado en México para soltarlo en cuerpos de agua naturales, y se está dando atención al cultivo en estanques de estas especies hasta que logran el tamaño comercial completo. La última operación está siendo muy bien desarrollada en otras partes, especialmente en los Estados Unidos, y las técnicas podrían ser transferidas a México por medio de esfuerzos correctos. Algunas clases de bagre cuentan ya con valor comercial en México, pero otros se venden de manera moderada, y los mercados podrían ampliarse como ha sucedido en otras partes.

El langostino de agua dulce, Macrobrachium, está siendo cultivado experimentalmente en México, y hay muchas esperanzas de que las operaciones comerciales puedan ser promovidas. Cultivos experimentales similares están siendo conducidos en muchas otras partes del mundo, y parece casi seguro que eventualmente se logrará un éxito comercial. Por el momento, sin embargo, ninguna operación ha tenido éxito comercialmente en ninguna parte del mundo, y este tipo de cultivo se halla aún en proceso de avance. Es posible que en México se obtenga el éxito comercial porque el clima, la existencia de especies adecuadas y otros factores son favorables.

El pescado blanco de México se está cultivando de manera experimental en Pátzcuaro, Mich., aunque el sistema aún no se ha perfeccionado. Pero se ha establecido un muy buen mercado para este pez y, consecuentemente, esto propicia su aumento de precio. Se está volviendo escaso y más caro y, como una especialidad de México, podría ocupar un lugar particularmente bueno en el mercado, por lo que es de esperarse un esfuerzo e investigación mayor para el perfeccionamiento de un sistema de cultivo comercial para esta especie.

3.2 Cultivo en estuarios

Hay un vivo interés en el cultivo de camarón en México, como también

en otras partes del mundo, consecuencia del excelente mercado con que cuenta y el alto precio de este alimento marino. Se está poniendo un gran esfuerzo en México en lo que se llama "semi-cultivo" de camarón (y ostión). Esto en realidad no es cultivo en el sentido estricto de la palabra, ya que consiste en la alteración del medio ambiente del estuario para conseguir aumento de la producción. Como se discutió anteriormente en este informe, hay evidencias de que alguna mejora se ha realizado; sin embargo, como también se señaló, hay evidencias de que no todos los cambios realizados en los estuarios han sido de beneficio, e incluso, algunos lugares para ostión han sido dañados. Se recomienda de manera muy especial que se dé más atención a los posibles efectos biológicos de dichas alteraciones antes de realizarlas, y que se impongan medidas prudentes sobre sus efectos biológicos después de completadas. Como se discutió anteriormente, una trayectoria recomendable se está desarrollando en este tipo de procedimiento, y ello debe ser promovido. En particular, debe concederse apoyo financiero por largo plazo a los proyectos científicos auspiciados por las organizaciones gubernamentales correspondientes, incluyendo Recursos Hidráulicos, para que los biólogos y ecólogos puedan recoger datos suficientes y las conclusiones a que lleguen sean confiables.

En los tipos de cultivo de camarón más estándares, México está en la etapa inicial de desarrollo como naturalmente muchos otros países. Desafortunadamente, la afirmación en el sentido de que existen sistemas bien establecidos sobre el cultivo de camarón no es del todo correcta. Aún no es posible producir crías de camarón en el laboratorio, sembrarlas en estanques y otros corrales, y obtener cosechas provechosas. Este sistema es muy usado en Japón para la siembra de juveniles en bahías y en otras aguas costeras, pero aún no se ha probado que sea eficaz, por lo cual no se recomienda por ahora para México. Más aún, existe en Japón una industria pequeña que comprende el cultivo de camarón en cautiverio hasta lograr el tamaño comercial, pero la industria no ha crecido durante los últimos 10 años o más, debido al alto costo de producción. La operación existe, solamente, debido al precio tan alto que se paga por el camarón vivo en ese lugar.

Hay otro tipo de cultivo que es practicado en el Lejano Oriente -Las Filipinas, Indonesia y otros lugares- y que puede ser adaptable a México. Este consiste en atrapar crías de camarón, a las que se permite entrar en criaderos especialmente preparados, protegerlas de depredadores y, en algunos casos, proporcionarles alimentación complementaria, para posteriormente capturarlas. En muchas ocasiones se cultiva únicamente camarón, pero en otros casos los peces también son cultivados en los estanques (generalmente lisa y sabalote). El sistema que se emplea en México en los estuarios, para capturar camarón con tapos, representa una etapa del sistema de cultivo del sureste de Asia, y se piensa que es probable adaptar los tapos y sistema de barreras similares al desarrollo de un

sistema asiático en México. Sería de utilidad emplear un experto del sureste de Asia, que pertenezca a la industria, para que asesore en este aspecto. Valdría la pena hacer este esfuerzo, ya que podría desarrollarse una industria mayor.

El cultivo de tortugas es en realidad sólo la protección del recurso. Esto debe ser incrementado, ya que puede prevenir la destrucción de existencias silvestres.

El cultivo del abulón es un ejemplo del cultivo de juveniles y su siembra en el mar, para que posteriormente sea capturado por los pescadores. Como se señaló antes, este procedimiento tiene bajos resultados en la mayor parte de los países y para la mayoría de las especies. Podría ser que bajo condiciones mexicanas, donde se diera mayor protección de la normal a los juveniles después de sembrados, la técnica pudiera ser justificada como económica o por lo menos socialmente. Es muy necesario desarrollar algún sistema para medir las ganancias biológicas y económicas de este sistema, comparando costos de producción con ganancias monetarias de las capturas resultantes de las siembras.

Hay otras especies estuarinas que podrían ser cultivadas en México, pero ninguna de ellas promete mucho por el momento, ya sea porque el sistema biológico no ha sido desarrollado, o porque su valor comercial es bajo para permitir la conducción de operaciones de cultivo provechosas. La lisa y el sabalote, por ejemplo, se cultivan con éxito en varias partes del mundo, pero su valor comercial en México es bajo, por lo que no vale la pena cultivarlos, excepto, probablemente, si se realizara junto con el camarón.

3.3. Impedimentos para una actividad desarrollada en acuicultura

Varios impedimentos para una actividad mayor en el campo de la acuicultura en México han sido mencionados en este informe. La mayoría de ellos han sido ya discutidos y solamente se enumeran aquí como referencia:

1. Falta de antecedentes, experiencia y tradición en México a este respecto.
2. Falta de sistemas de cultivo comercial establecidos para algunas de las especies de interés en México (ej. pescado blanco, camarón).
3. Los cambios perjudiciales que ocurren en aguas dulces y estuarios

como resultado de las actividades que realiza el hombre para alterar los patrones de corrientes, salinidades y otras condiciones ambientales, y algo que consideramos de gran importancia: la creciente contaminación de las aguas, especialmente por pesticidas.

4. Escasez de piscicultores capacitados y experimentados.
5. La carencia de planeación nacional para promover el desarrollo económico y social a través de la acuicultura.

Existe, además, una situación social que puede obstruir seriamente el desarrollo de la acuicultura en las áreas estuarinas mexicanas, y es la concesión a las cooperativas pesqueras de los derechos totales para capturar ciertas especies. Entre estas especies se encuentran las de mayor interés para los acuicultores: el camarón y el ostión. Además, hay otras seis especies o grupos de especies reservadas para las cooperativas: langosta, abulón, almeja pismo, tortuga, cabrilla (Sebastodes) y totoaba (Cynoscion), del Golfo de California.

Sólo que las cooperativas se encarguen del cultivo, o que establezcan acuerdos en este sentido con otros grupos, la acuicultura estuarina no podrá ser desarrollada. En la opinión de personas bien informadas, la mayor parte de las cooperativas difícilmente efectúan cultivos en una escala comercial completa. Y esto podría llevarse a cabo, en forma debidamente legalizada y reglamentada, mediante algún tipo de arreglos financieros entre cooperativas y grupos comerciales, con objeto de que estos últimos obtengan concesiones para cultivo de ostión, camarón y otras clases de cultivo en estuarios. Parece indispensable que se hagan estos convenios y que el gobierno tome parte activa para desarrollar los sistemas adecuados.

4. CAPACITACION EN ACUICULTURA

4.1 Capacitación existente sobre acuicultura en México

4.1.1. Sistema de educación pública

El sistema de educación pública en México incluye los siguientes niveles:

Escuela primaria	6 años
Escuela secundaria	3 años

TABLA 4

PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS PARA LAS ESCUELAS TECNOLOGICAS PESQUE-
RAS DE AGUAS CONTINENTALES

A R E A	SESIONES POR SEMANA		
	1er. grado	2do. grado	3er. grado
Español	4	4	4
Matemáticas	4	4	4
Ciencias Naturales	5	5	5
Ciencias Sociales	5	5	5
Lengua Extranjera	-	4	5
	<hr/> 18	<hr/> 22	<hr/> 23
Acuicultura	6	6	6
Tecnología y Práctica de pesca	4	4	4
Tecnología y Práctica de Conser- vación del producto pesquero	2	4	4
Tecnología y Práctica de Máquinas	4	2	2
	<hr/> 16	<hr/> 16	<hr/> 16
Educación Física	2	2	2
Educación Artística	2	2	2
	<hr/> 4	<hr/> 4	<hr/> 4
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
T O T A L	38	42	43

TABLA 5
 PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS PARA LAS ESCUELAS TECNOLOGICAS PESQUE-
 RAS MARINAS

A R E A	SESIONES POR SEMANA		
	1er. Gdo	2o. Gdo.	3er. Gdo.
Español	4	4	4
Matemáticas	4	4	4
Ciencias Naturales	5	5	5
Ciencias Sociales	5	5	5
Lengua Extranjera	-	4	5
	18	22	23
Tecnología y Práctica de Pesca	6	6	6
Tecnología y Práctica de Máquina	6	5	5
Tecnología y Práctica de Náuticas	4	5	5
	16	16	16
Educación Física	2	2	2
Educación Artística	2	2	2
	4	4	4
	38	42	43
T O T A L	38	42	43

TABLA 6

PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS PARA LAS ESCUELAS TECNOLOGICAS PESQUE-
RAS MIXTAS (ESTUARINAS Y MARINAS)

A R E A	1er. Gdo.	2o. Gdo.	3er. Gdo.
Español	4	4	4
Matemáticas	4	4	4
Ciencias Naturales	5	5	5
Ciencias Sociales	5	5	5
Lengua Extranjera	-	4	5
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	18	22	23
Acuicultura	4	4	4
Tecnología y Prácticas de Pesca	4	3	3
Tecnología y Prácticas de Máquinas	4	3	3
Tecnología y Prácticas Náuticas	4	3	3
Tecnología y Prácticas de Conser- vación del Producto Pesquero	-	3	3
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	16	16	16
Educación Física	2	2	2
Educación Artística	2	2	2
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	4	4	4
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
T O T A L	38	42	43

Escuela preparatoria	3 años
Universidad	4 a 5 años

4.1.2. Escuelas Secundarias Pesqueras

Existen treinta escuelas secundarias en México para la enseñanza de tecnología pesquera, y el plan de estudios de algunas de ellas incluirá la materia de acuicultura cuando se desarrolle el sistema de enseñanza. Las escuelas dependen de la Secretaría de Educación Pública (Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior), fueron establecidas en 1972 y se hallan actualmente en su segundo año de operación. Dependen de la Dirección General de Educación Tecnológica Pesquera.

Las Escuelas Técnicas Pesqueras fueron establecidas en áreas donde había escasez de escuelas secundarias. Este tipo de escuelas imparten materias académicas regulares, además de cursos de tecnología pesquera, y sus egresados están calificados para proseguir estudios más avanzados en el sistema escolar mexicano regular. Hay tres tipos de escuelas técnicas pesqueras, cada uno con un plan de estudios un poco diferente (tablas 4,5 y 6).

Veinte se denominan "escuelas marinas", y su capacitación especializada confiere especial importancia a los métodos de pesca, manejo y mantenimiento del barco y motor, así como al control del pescado. Las otras diez escuelas imparten también algunos de los cursos de tecnología pesquera mencionados arriba, pero dedican parte del tiempo destinado a la pesca para capacitación en acuicultura, o lo harán así cuando el método educativo se haya desarrollado. De las diez, ocho son "escuelas estuarinas" localizadas en lagunas costeras y dos son "escuelas de aguas continentales" en aguas dulces (tabla 7). Dieciocho de las escuelas tienen internados, una de las escuelas (Cedros) ha aceptado a varias muchachas como estudiantes porque no hay otra escuela secundaria en esa área.

Estas escuelas admiten estudiantes que han terminado la escuela primaria. En la mayoría de los casos, los muchachos no han cursado escuela secundaria y tienen aproximadamente 14 a 17 años de edad al ingresar. La capacitación dura tres años y su equivalente sería la que proporcionan escuelas secundarias inferiores en los Estados Unidos y en otras partes.

Se supone que un gran porcentaje de los estudiantes egre-

sados de estas escuelas, quizás más del 90%, no continuarán su educación y se espera que la mayoría de los que no continúen se conviertan en: patrones de barcos pequeños (40%), ingenieros de barcos pequeños (25%), confeccionadores de redes y trabajadores de procesadoras de productos pesqueros (5%). Tal vez 10% de ellos se dedicarán a la acuicultura. El 20% restante elegirá otras labores.

La capacidad estudiantil calculada es de 1,800 jóvenes por año; de ese número, se supone que alrededor de 1,400 terminarán los tres años de estudios. Existen diez escuelas donde se cree posible la enseñanza de acuicultura, y de los 450 egresados anualmente de estas escuelas, aproximadamente un 50% (225) estará capacitado para ingresar en las actividades de acuicultura.

México ha experimentado una gran necesidad de escuelas de este tipo. Los pescadores mexicanos no pueden capacitarse a bordo de los barcos, como en Europa y otras partes, puesto que las pesquerías mexicanas son artesanales en su mayor parte. Antes de que se abrieran las nuevas escuelas, existían escuelas secundarias pesqueras especiales en cinco ciudades costeras mexicanas: Yucalpetén, Alvarado, La Paz, Manzanillo y Campeche, las cuales funcionaron durante 12 a 15 años. Tuvieron poco éxito, en parte debido a que no preparaban estudiantes para que pudieran continuar posteriormente su educación. Además, estas viejas escuelas carecían de equipo o instalaciones adecuadas para impartir a los estudiantes el entrenamiento práctico necesario que les permitiera lograr un modo de vida en la industria pesquera después de su graduación. Algunas de estas escuelas antiguas han sido incorporadas al nuevo sistema educativo mediante el cual se espera su perar las deficiencias del antiguo plan.

Entre quienes enseñan tecnología de pesca en las nuevas escuelas secundarias, se encuentran técnicos pesqueros e ingenieros experimentados. En el caso de dos de las escuelas estuarinas, se cuen ta con personas experimentadas en acuicultura dentro del personal; una de las escuelas de agua dulce tiene un maestro con experiencia en la materia. Como consecuencia, se necesitan por lo menos siete maestros, con experiencia en acuicultura, para impartir el plan de estudios que se está desarrollando.

Además de las escuelas mencionadas, que auspicia la Secre taría de Educación, FIDEFA planea establecer en 1975, en Pátzcuaro, Michoacán, una escuela de capacitación a todos los niveles en acucul tura, para satisfacer las necesidades de su programa de desarrollo. Se instalará en el antiguo laboratorio limnológico, y para ello están

TABLA 7

Escuelas Secundarias Tecnológicas Pesqueras de la Dirección
General de Educación Tecnológica Pesquera

Escuelas Marinas

Ensenada
San Felipe
Isla Cedros
San Carlos
Puerto Peñasco
La Paz
Guaymas
Mazatlán
Puerto Vallarta
Manzanillo

Puerto Angel
Salina Cruz
Puerto Morelos
Yucalpetén
Lerma
Frontera
Alvarado
Saladero
Tamiahua
Tampico

Escuelas Estuarinas

Topolobampo
Teacapán
San Blas
Coyuca

Paredón
San Gregorio
Túxpan
Sánchez Magallanes

Escuelas Continentales

Jamay
Pátzcuaro

reclutándose maestros de México y del extranjero.

4.1.3. Escuelas preparatorias de pesca

En México, funcionan a este nivel dos escuelas especializadas en pesca: una en Veracruz y otra adjunta a la Universidad de Ciudad del Carmen. La primera será absorbida dentro de un nuevo sistema de escuelas preparatorias pesqueras que está siendo planeado por la Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior. El plan de estudios de los Centros de Estudios Técnico-Pesqueros propuestos será una continuación del plan de las escuelas secundarias descrito anteriormente. Se planea desarrollar dos de estas escuelas en 1974-1975 en Veracruz y/o Mayaguez o Mazatlán) y tener cuatro en operación para el siguiente año. Los estudiantes que podrán ingresar a las escuelas mencionadas serían procedentes de las escuelas secundarias pesqueras o de escuelas secundarias regulares en México.

Los graduados de las escuelas preparatorias pesqueras serán: instructores de escuelas secundarias, patrones de embarcaciones de altura de corta dimensión (hasta de 1,000 toneladas), pescadores, técnicos de procesamiento, o bien proseguir su educación universitaria.

4.1.4. Escuelas pesqueras profesionales y escuelas que ofrecen capacitación en ciencias acuáticas

La Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior planea establecer, probablemente durante el período 1975-1976, una o dos escuelas profesionales especializadas a nivel universitario. El plan de estudios dependerá de la experiencia que se obtenga en las escuelas de niveles inferiores.

Existen ya en México, a nivel universitario, varios programas de capacitación en pesca y ciencias acuáticas, y algunos de éstos incluyen tecnología pesquera en sus programas. Entre ellos se encuentra el programa del Instituto Politécnico Nacional, del Tecnológico de Monterrey, la Universidad de Baja California, y otras (ver Sección 2.1).

Además, FIDEFA tiene un proyecto para establecer un Centro de capacitación en Pátzcuaro, Michoacán, en el cual se impartirán cursos temporales a pescadores, campesinos, estudiantes, técnicos, etc.

Algunas de las escuelas ofrecen también enseñanza superior

de ciencias acuáticas, que en gran medida es aplicable a la acuicultura.

4.2 Necesidades de capacitación en acuicultura

México necesita capacitación en acuicultura a diferentes niveles:

1. Escuelas secundarias
2. Escuelas preparatorias
3. Escuelas técnicas y universidades
4. Postgraduado

4.2.1 Niveles de capacitación requeridos

1. Escuelas secundarias

Empleos a que podrían aspirar

Trabajos semicalificados en operaciones de acuicultura. Únicamente los mejores podrían dirigir sus propias operaciones, y solamente si la capacitación fuera concentrada, intensiva y práctica.

Ayudantes de campo.

Aptitudes que necesitarían

En áreas de ostión, por ejemplo, haciendo colectores e instalándolos; recolectando crías y transplantándolas. Identificación de los depredadores del ostión su control químico y manual. Recolección, manejo, procesamiento y comercialización del ostión.

Medición de salinidad, temperatura, corrientes, tamaños de los peces, camarón y ostión.

Disposiciones para desarrollar

Conservación de los recursos naturales; el lugar de la acuicultura en este campo.

Principios ecológicos; efectos y control de la contaminación acuática.

Otra información de primordial valor teórico

Descripción de algunos otros sistemas de acuicultura (ej. camarón, tortugas, peces de agua dulce).

2. Escuelas Preparatorias

<u>Empleos a que podrían aspirar:</u>	<u>Aptitudes que se requerirían:</u>
Trabajos semicalificados hasta calificados en actividades de acuicultura si les fuera impartida la clase correcta de capacitación: concentrada, intensiva y práctica.	Realizar todas las operaciones de una clase de cultivo, ej. ostión, trucha, carpa, tilapia y bagre en varias combinaciones.
Ayudantes de campo para organismos que se ocupan de la investigación y desarrollo de la acuicultura.	Medición de salinidad, temperatura, corrientes, tamaño de los peces, camarón y ostión. Identificación de camarón y ostión, peces.
Maestros de escuelas secundarias. Promotores de ciertas actividades de acuicultura.	Identificación de larvas de camarón y ostión.

3. Profesionales en ciencias y tecnología pesquera (pasantes con nivel universitario.)

<u>Empleos a que podrían aspirar:</u>	<u>Aptitudes que se requerirían:</u>
Gerentes o propietarios de operaciones de acuicultura.	Niveles superiores de habilidad y experiencia en todas las tareas de los egresados de los dos niveles inferiores. Además, iniciativa y capacidad directiva.
Jefes de proyecto (de campo para topográfico de) estudios de investigación de acuicultura.	Capacidad para seguir los programas de investigación formulados y cien-

Maestros en escuelas secundarias y preparatorias.

Promotores.

Supervisores de promotores.

tíficamente planeados para ellos, o, en casos excepcionales, diseñar y llevar a cabo programas de investigación científica.

4. Profesionales postgraduados (nivel de graduado.)

Trabajos a que podrían aspirar:

Gerentes, propietarios o consultores en operaciones de acuicultura.

Organizadores y jefes de proyecto para estudios de investigación.

Maestros de universidades.

Aptitudes que se requerirían:

Niveles superiores de habilidad y experiencia en todas las labores de los graduados en otros programas. Capacidad para iniciar el plan, supervisar y tomar parte en los programas de investigación científica.

En la mayoría de los casos, capacidad de enseñanza hasta el nivel de postgraduado.

4.2.2. Objetivos de la capacitación en acuicultura

En las escuelas secundarias

1. Enseñar concienzudamente un número limitado de tareas que permita a los graduados trabajar satisfactoriamente en las pocas áreas donde se empleen (ej. (a) como trabajadores semicalificados en operaciones de acuicultura, (b) como ayudantes de campo auxiliares en proyectos de investigación y desarrollo de la acuicultura; (c) los mejores graduados y los más eficientes, como organizadores y ejecutantes de operaciones de acuicultura).

2. Sentar las bases para una capacitación técnica, más avanzada, en acuicultura.

3. Comunicar ciertas actitudes de conservación, uso y protección de los recursos naturales, en especial los relacionados

dos con acuicultura.

4. Transmitir un conocimiento muy general sobre la evaluación económica de las actividades de acuicultura.

En las escuelas preparatorias

1. Enseñar con más detalle las tareas aprendidas en las escuelas secundarias y, meticulosamente, señalar las labores adicionales requeridas para desempeñar satisfactoriamente los trabajos a los que tendrán acceso (ej. (a) trabajadores en operaciones de acuicultura semicalificados y calificados; (b) ayudantes de campo para organismos ocupados en la investigación y desarrollo de la acuicultura; (c) maestros en escuelas secundarias; (d) agentes promotores para determinados tipos de actividad de acuicultura).

2. Sentar las bases para una capacitación técnica, más avanzada, en acuicultura.

3. Comunicar ciertas actitudes tendientes a la conservación, uso y protección de los recursos naturales, especialmente de los relacionados con la acuicultura.

4. Impartir ciertos conocimientos sobre costos/beneficios de las actividades de acuicultura.

En las universidades y escuelas técnicas

1. Enseñar los principios científicos básicos y conocimientos técnicos sobre biología, química, física, matemáticas y otras ciencias naturales y sociales para capacitar al graduado en el trabajo inteligente sobre programas de investigación y desarrollo de la acuicultura, supervisados generalmente por un superior. Estos programas podrían ser comerciales, gubernamentales o académicos.

2. Sentar las bases para una capacitación más avanzada en la ciencia de acuicultura.

3. Preparar maestros de acuicultura destinados a las escuelas de la división inferior.

4. Reforzar las actitudes ya presentadas hacia la conservación, uso y protección de los recursos naturales, especialmente de los relacionados con la acuicultura.

5. Impartir ciertas disposiciones sobre la planeación, proyección y administración de una granja y la relación costos/beneficios.

En escuelas superiores

1. Enseñar teoría y práctica avanzada sobre las ciencias naturales, ciencias sociales y administración, para capacitar a los graduados en el diseño de programas de investigación y desarrollo en acuicultura y para que supervisen su manejo. Estos programas pueden ser de empresas comerciales o programas gubernamentales o académicos.

2. Preparar profesores para los niveles inferiores de capacitación en acuicultura.

3. Estimular a los graduados para difundir información sobre la conservación, uso y protección de los recursos naturales, especialmente de los relacionados con la acuicultura.

4.2.3. Necesidades Inmediatas

Indudablemente, la necesidad inmediata más urgente para la capacitación en acuicultura, considerando el bajo nivel de esta actividad en México, se encuentra en las escuelas secundarias. Se necesitan personas semicalificadas y calificadas para que se encarguen de los programas de desarrollo de la acuicultura, y para dirigir después la organización y manejo de operaciones a escala comercial. La S.E.P. ha realizado un gran impulso para iniciar esta capacitación en las Escuelas Tecnológicas Pesqueras, diez de las cuales se han planeado para desarrollar programas especiales de capacitación en acuicultura.

En vista de que las escuelas preparatorias del segundo nivel comenzarán a funcionar en 1974, la capacitación aquí ganará en im-

portancia, pues hay que planear la ejecución de los programas de estudio y, lo que es más urgente, capacitar profesores.

También se ha intensificado la enseñanza de ciencias acuáticas, en niveles universitarios y escuelas técnicas, esto es, a pasantes y posgraduados. Dicha capacitación en ciencias acuáticas, incluyendo pesca y ecología, está siendo impartida en varias instituciones. Por lo menos una universidad ofrece ya un curso de acuicultura. Varias universidades están haciendo planes para lograr una actividad sólidamente incrementada en este campo, que incluyen una solicitud de subsidio amplio al PNUD.

4.3 CAPACITACION EN ACUICULTURA EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS

4.3.1. Cultivo estuarino

El objetivo más importante de la capacitación en acuicultura en las escuelas secundarias es proporcionar al estudiante conocimientos suficientes sobre un tipo de acuicultura que conviertan en un medio de subsistencia su labor en esa área. Esto sólo se consigue haciendo que él tome parte activa como trabajador en una operación de cultivo, a nivel comercial, bien organizada y manejada. El estudiante deberá iniciar este entrenamiento desde su ingreso a la escuela, teniendo contacto continuo con la operación y asumiendo las responsabilidades cada vez más importantes de los aspectos del trabajo, conforme avanza el programa de tres años de la escuela secundaria.

Esto implica que cada escuela debe tener en operación una empresa de cultivo productiva a nivel comercial y lucrativo. Y esto implica a su vez:

- (a) que el área donde se encuentre situada la escuela sea adecuada para tal programa, y
- (b) que por lo menos una de las facultades de la escuela cuente con experiencia suficiente en este tipo especial de cultivo.

Respecto al primer punto, es importante que las escuelas adopten un sistema de cultivo establecido, preferentemente de México o, en su defecto, de algún lugar similar en el mundo como una empresa comercial.

En México existe solamente un tipo de cultivo estuarino comercial, el cual todavía se encuentra parcialmente establecido, y es para ostión. Por otras razones, incluyendo la relativa sencillez del cultivo del ostión y la búsqueda de resultados concretos, ésta sería la mejor selección para la mayoría de las escuelas estuarinas.

Para cinco de ellas (Topolobampo, Teacapán, San Blas, San Gregorio y Sánchez Magallanes), es posible el cultivo de ostión. Desafortunadamente, el medio ambiente de algunas de estas áreas ha sufrido cambios perjudiciales en los últimos años, y la producción comercial de ostión ha cesado en tres de ellas: Topolobampo, Teacapán y San Blas. Sin embargo, el ostión creció antes en estas aguas, y el medio ambiente fue, por lo menos en otro tiempo, adecuado para su cultivo.

En Teacapán, durante los últimos seis años, el ostión ha desaparecido de los lechos en el estuario. Los esfuerzos para reestablecerlo han fracasado, puesto que todos los ostiones jóvenes de 2 ó 3 cm. mueren probablemente por los motivos que han expresado algunos habitantes del lugar. Una hipótesis es que disminuyó la salinidad en el área donde crecía el ostión, como consecuencia de un cambio en el patrón de corrientes del estuario, pues una curva larga del estuario, alrededor de la cual los pescadores tenían que hacer un viaje de 20 km. o más, fue cortada por la construcción de un canal. Esto redujo el tiempo de los pescadores para llegar a las áreas de pesca, pero al mismo tiempo el agua dulce vertida por los ríos arrasó directamente los lechos de ostión. El otro motivo posible de desaparición del ostión es el uso creciente de pesticidas por los agricultores de las tierras cercanas al estuario, para rociar el algodón y otras cosechas.

Cualquiera de estas posibles causas, o una combinación de ellas agravada por la sobre-explotación, podría explicar la disminución de las existencias.

En San Blas, los ostiones desaparecieron más o menos al mismo tiempo que los de Teacapán, hace 4 ó 5 años. No obstante, el motivo parece ser diferente. La razón inmediata es el depósito de lodo sobre los primeros lechos de ostiones, y aunque no es evidente, ha sido admitida por los científicos locales como una consecuencia del cambio en el patrón de corrientes del estuario, resultado de una alteración en la desembocadura principal del sistema que ocasionó la construcción de un malecón y un canal más profundo. Los pesticidas podrían ser también un factor, ya que se utilizan para agricultura aguas arriba.

En las otras tres escuelas estuarinas (Coyuca, Paredón y Tuxpan, especialmente en las dos primeras, el cultivo del ostión no es posible debido a que el agua puede ser demasiado dulce (Coyuca) o bien inadecuada para él (Paredón); o a que la zona conveniente se halla demasiado lejos de la escuela -más de 20km- para lograr que los estudiantes participen en la operación práctica (Tuxpan).

Puede ser que se encuentre algún otro tipo de operación de culti

vo adecuado para las escuelas en donde no pueden criarse los ostiones. Por ejemplo, en Coyuca y Tuxpan podría experimentarse con cultivos de Tilapia spp. y Macrobrachium spp. que parecen tener buenas posibilidades. En Paredón, quizá no debería ofrecerse capacitación en acuicultura, sino convertir esa escuela en "marina", dando énfasis a la captura del tiburón y su procesamiento.

Pasará algún tiempo antes de que el cultivo de ostión pueda ser establecido en las escuelas a un nivel que permita una capacitación apropiada. Además del problema causado por la desaparición del ostión en algunas zonas, virtualmente no existe tradición de cultivo amplio del mismo en México. Esto puede ser moderadamente complejo, como en el presente caso, comprende varios pasos y requiere experiencia considerable en la parte del cultivador de ostión. La producción, por medio de operaciones bien dirigidas de cultivo, puede elevarse hasta ocho veces en proporción a la producción obtenida de las capturas de ostión de existencias silvestres sin vigilancia. Es esencial que las escuelas no se detengan en ninguna etapa de "semi-cultivo" sino que enseñen el cultivo completo.

La secuencia de las actividades que conduzcan a la capacitación en el cultivo de ostión en las escuelas secundarias, debe ser:

1. Determinar si para cada una de las ocho escuelas estuarinas el área de agua adyacente cuenta con un medio ambiente capaz de soportar el cultivo del ostión. Esto requerirá examen de las áreas por un experto experimentado y calificado. Su trabajo, sin embargo, puede simplificarse y reducirse considerablemente si con anticipación se efectúan observaciones suficientes de salinidad, temperatura, turbiedad, características del fondo, corrientes del agua y otros datos, por científicos calificados. Además deben tomarse muestras para determinar la existencia de pesticidas. Existen laboratorios en los Estados Unidos, y probablemente en México, donde pueden efectuarse dichas pruebas. Muy competente en la realización de dichas pruebas es el laboratorio de contaminación del Servicio de Pesca y Fauna de los Estados Unidos en Golfo Breze, cerca de Pensacola, Florida, en donde podría conseguirse que las muestras fueran examinadas por una cuota razonable.

Se sugiere que el especialista en ostión sea de reconocida experiencia, a quien se solicitará que determine la conveniencia de varias áreas para el cultivo de esta especie. Se espera que el profesorado y los estudiantes de las escuelas puedan recolectar esta información, si se les instruye adecuadamente con anticipación. Provisto de esta información, el experto puede visitar las regiones y hacer su determinación.

2. Establecer en una de las escuelas una operación modelo de cultivo de ostión a nivel comercial. El experto en ostión antes mencionado deberá escoger el lugar para su primera operación, y realizarla por tiempo suficiente hasta cerciorarse que el maestro de acuicultura local es capaz de continuarla satisfactoriamente, o podría ocuparse de esto un segundo experto que haya estado empleado activamente en el cultivo comercial de ostión. Personas que han hecho del cultivo del ostión su medio de vida se encuentran disponibles en Japón, Corea, los EE. UU. y otras partes. Debería ser posible establecer esta operación modelo de ostión sobre bases comerciales ventajosas; cualquier omisión ocasionará que no se otorgue la capacitación deseada.

3. Establecer un curso de capacitación para los demás maestros de acuicultura estuarina, con el fin de enseñarlos a criar ostiones en escala comercial, usando la operación modelo establecida en una de las escuelas, como se menciona anteriormente.

4. Ocasionalmente, y con el fin de que aumenten sus conocimientos en operaciones, enviar a los maestros de acuicultura de ostión a Japón, Corea, o a alguno de los otros países que se ocupan de esta industria.

Es evidente que varios años serán necesarios para que aún la primera de las escuelas pueda impartir un curso de capacitación verdaderamente eficaz sobre el cultivo del ostión y que se requieren más años todavía para que tengan programas todas las escuelas donde esto sea posible. Mientras tanto, las escuelas se limitarán a hacer lo que les permitan sus recursos, impartir la teoría de cultivo, y dar otro tanto en experiencia práctica en la construcción de colectores de crías y en los demás aspectos del cultivo del ostión. Los funcionarios de las escuelas se percatarán, no obstante, que este nivel de capacitación es inadecuado para producir graduados capaces de llevar a cabo cultivos de ostión eficientes y que esto es un medio provisional hasta que puedan tomarse las medidas necesarias delineadas con anterioridad.

4.3.2. Acuicultura de agua dulce

Para las dos escuelas de agua dulce (Pátzcuaro y Jamay), el cultivo mixto de carpa, tilapia y otras especies pueden utilizarse para capacitación. Sin embargo, actualmente ninguna escuela tiene estanques u otras instalaciones necesarias para entrenar a los estudiantes en estos procedimientos. Los estanques deben construirse tan pronto como sea posible, ya que se limita el progreso de los estudiantes con teoría inadecuada y poca experiencia en cultivo de acuario. Esto no los

capacitará bien para obtener empleos en piscicultura de agua dulce.

Los maestros de acuicultura en las escuelas de agua dulce deben tener excelentes conocimientos sobre carpa, tilapia, bagre y otros tipos de acuicultura apropiados para México. Será necesario capacitarlos en este trabajo, probablemente de manera más fácil, enviándolos a algún lugar del extranjero donde se realice dicho cultivo. China, Sudeste de Asia, Estados Unidos y otros países se encuentran entre los lugares posibles.

4.3.3. Muestreo y medición

Un segundo objetivo importante de la capacitación en acuicultura, en las escuelas secundarias, debería ser preparar a los estudiantes en la toma de muestras y mediciones a un nivel suficiente, con objeto de que puedan tener un empleo en un proyecto de investigación y desarrollo pesquero. Estas tareas no son tan sencillas como parecen, y muchos programas de investigación se han arruinado debido a que el muestreo se dejó en manos de algún ayudante inepto o descuidado. Por eso, la mayoría de los científicos se muestran renuentes a confiar dicho trabajo a personas jóvenes o sin experiencia, y solamente si estos estudiantes se ejercitan con ahínco, verificando sus muestras durante el entrenamiento, alcanzarán los niveles de habilidad necesarios para ganarse la confianza de los supervisores de investigación.

Mucho del trabajo de criar ostiones o peces, sugerido como el tema central de la capacitación en acuicultura, comprenderá muestreo y medición, de manera que este tipo de actividad no debe ser aislada de la realidad.

4.3.4. Otra Capacitación

Además de los dos aspectos anteriores de la capacitación -la participación continua e intensiva en una operación de acuicultura real, y el entrenamiento cuidadosamente supervisado y riguroso en muestreo y medición- debe impartirse al estudiante:

- a) descripciones de otros tipos de acuicultura practicados en México y otros lugares, que podrían ser apropiados para México:
 - i) las escuelas estuarinas deberán incluir cultivos de agua dulce de los ya descritos, y viceversa; ii) podría añadirse el cultivo mixto de camarones y peces, atrapándolos y criándolos, que se usa en el Sudeste de Asia, pues ello sería conveniente para algunas zonas mexicanas. Las actuales operaciones de tapos son

los primeros pasos hacia los sistemas asiáticos, y valdría la pena investigar si podrían hacerse adaptaciones que permitieran organizar industrias similares en México; iii) los cultivos de tortuga, abulón, Macrobrachium, el modelo japonés de cultivo de camarón peneido y algunos otros podrían ser incluidos. La selección dependería de la ubicación de la escuela.

b) información sobre el estado de la acuicultura en el mundo y en México; sobre las restricciones que encuentra para su desarrollo; sobre el papel que ellos podrían desempeñar para vencer esas limitaciones;

c) bases sobre el uso, conservación y manejo de los recursos naturales, y sobre la parte que corresponde a la acuicultura;

d) antecedentes sobre las causas, influencias y control de contaminación, especialmente en lo que se refiere a la acuicultura.

4.3.5. Comentarios sobre el plan de estudios existente

Pueden hacerse algunos comentarios específicos sobre el plan de estudios bosquejado para la parte de acuicultura y su capacitación en las escuelas secundarias. Parte de estos comentarios específicos reiteran o amplían puntos tratados en la sección anterior.

El plan de trabajo existente sobre acuicultura para las escuelas secundarias, como es común con tales planes en esta etapa precoz, es ambicioso y trata de abarcar más de lo que razonablemente puede ser logrado en las escuelas, especialmente en su actual estado de desarrollo. Contiene más teoría y menos trabajo práctico en manejo de animales de lo que sería eventualmente deseable, pero, sin los estanques en las escuelas de agua dulce y sin operaciones de cultivo reales para ostiones en las escuelas estuarinas, no se encuentra todavía el balance apropiado. Los funcionarios, sin embargo, deberían tener en cuenta la conveniencia de un cambio tendiente a lograr una capacitación altamente práctica, cuando sea posible.

En consecuencia, se sugiere hacer oportunamente las siguientes modificaciones en el plan de estudios:

1. Reducir la cantidad y nivel de teoría biológica y científica en las secciones sobre ecología básica, ya que pudiera no ser comprensible para los estudiantes a ese nivel, y no se considera aún necesario para ellos.

2. Postergar la enseñanza de elementos de teoría biológica y científica, probablemente hasta el tercer año de capacitación, período en que el material será más útil pues el estudiante ha tenido ya la práctica real en el cultivo.

3. Modificar y simplificar la sección sobre cultivo de camarón. Incluir mayor material sobre el cultivo mixto de camarón y peces del Sudeste de Asia.

4. Debe darse especial atención a la sección de acuarios. Estos deberían utilizarse para transmitir principios de cultivo, sobre todo ahora que no se cuenta con instalaciones para conducir cultivos a gran escala. Podría hacerse alguna modificación en el programa para revelar los principios más explícitamente.

5. Siempre que sea posible, debe dedicarse más tiempo para cultivar ostiones, desde el principio hasta el final, pero comenzando la secuencia en cualquiera de sus etapas, según lo determinen la estación y otros factores. El objetivo principal es capacitar a los estudiantes para llevar a cabo cultivo de ostión bajo supervisión. Por lo tanto, debe permitírseles manejar el ostión durante los tres años del programa. Deben enseñarse todas las fases, incluyendo algunas que actualmente no forman parte del plan de estudios, tales como seleccionar, pescar, clasificar, empacar y otros aspectos de la comercialización. El programa deberá enfocarse al cultivo práctico de ostión, con teoría encaminada solamente a hacerlos mejores piscicultores. Existe bastante "investigación" en el plan de estudios; por ejemplo: el tiempo que se emplea en probar diferentes tipos de colectores de crías. Esto debería dejarse a escuelas de más alto nivel y a equipos de investigación verdaderos. Hay que utilizar uno o dos tipos de colectores comprobados, y reducir las demás actividades de esta clase de acuerdo con el principio de transmitir a los estudiantes sólo aquellos conocimientos que van a utilizar. Podrían hacerse comentarios semejantes acerca de otros aspectos del plan de estudios.

6. La sección sobre crustáceos es más extensa de lo que este sistema de acuicultura amerita.

7. Habría que incluir descripciones de los sistemas de acuicultura que son de interés para México, además de aquellos que son impartidos a fondo. El sistema japonés de cultivo de camarón es uno de éstos y, siendo consecuente, la sección actual de camarón debería modificarse. Ejemplo: hacer la descripción simple de este sistema, con observaciones acerca de la probabilidad de hacerlo aplicable a México en el futuro.

8. Las secciones de tortuga y abulón pueden ser más extensas de lo que estos sistemas ameritan. Las operaciones de tortuga no son de cultivo, sino procedimientos de conservación y protección. Debería agregarse material sobre las limitaciones de técnicas de siembra o plantación en el mar, las cuales han tenido un éxito muy reducido en todo el mundo. Respecto a esto, habría que crear una sección, desarrollada cuidadosamente en el curso, sobre la necesidad de evaluación de los resultados económicos de cualquier tipo de actividad de acuicultura, de manera que México no incurriera en el error de otros países de gastar grandes sumas de dinero en programas inútiles. A este nivel de capacitación, únicamente puede plantearse la idea, pero podrían indicarse algunos métodos sencillos de evaluación de resultados.

9. La capacitación y la práctica en las mecánicas de recolección y medición de muestras biológicas, físicas y químicas debería ser una parte importante de la capacitación. Se hace necesario aumentar las horas para esto, y en especial para las prácticas de los estudiantes. La capacitación debería enfatizar también la importancia vital de mediciones cuidadosas, exactas y repetidas de cualquier variable. Resulta indispensable practicar muchas veces, y que los resultados sean verificados cuidadosamente por los instructores. Los estudiantes deberán convertirse en expertos en los diferentes tipos de recolección: muestreo de plancton, de agua de peces, camarones y ostiones; muestreo de limo y operaciones de arrastre; muestreo de substrato. Las mediciones deberán incluir: salinidad, temperatura, oxígeno, ph, peso del pescado, camarón y ostión, largo de estos organismos.

10. Con respecto al ostión, existe material sobre contaminación en el plan de estudios, pero no hay sección sobre contaminación del agua en general, que deberá agregarse, incluyendo causas y controles de contaminación de agua, en agua dulce y estuarios.

5. RECOMENDACIONES

5.1. Capacitación en Acuicultura

De lo anteriormente citado puede afirmarse que en México no existe aún ningún tipo de empresa o cooperativa de cultivo a escala comercial, y que todo lo que se refiere a esta actividad se hace a escala experimental.

1. La capacitación en acuicultura en México deberá concentrarse, para el futuro inmediato, en las Escuelas Tecnológicas Pesqueras establecidas por la Secretaría de Educación Pública. Estas escuelas

se encuentran actualmente en su segundo año de existencia, y parte del plan de estudios de diez de ellas incluye capacitación sobre acuicultura.

Las escuelas carecen de instalaciones y de maestros para impartir la capacitación planeada, y esto debe ser subsanado lo más pronto posible. Las escuelas del nivel superior siguiente (Escuelas Preparatorias) comenzarán a funcionar en 1974, para ellas también se requiere maestros.

2. El primer paso en la capacitación sobre acuicultura deberá ser determinar cuál de las escuelas estuarinas se encuentra en un medio ambiente donde es posible el cultivo de ostión. Esto comprenderá observaciones sobre la química y física del agua, incluyendo la presencia de pesticidas.

3. En seguida, deberá establecerse un programa piloto de cultivo de ostión a gran escala y entrenar allí a los maestros de las otras escuelas. Para este propósito, sería conveniente contratar los servicios de un especialista en cultivo de ostión, altamente calificado y experimentado, de Japón, Corea, los Estados Unidos u otro país donde exista una avanzada industria del ostión.

4. En las escuelas deberán construirse a la mayor brevedad posible estanques y otras instalaciones necesarias para el cultivo, ya que en la actualidad no puede impartirse la enseñanza de casi ninguno.

5. La capacitación sobre acuicultura, en las escuelas secundarias y preparatorias, debe concentrarse en la enseñanza de conocimientos prácticos que permitan a los graduados convertir su actividad en un medio de subsistencia. Para esto, deberán establecerse operaciones de cultivo comercial, a escala piloto, en cada una de las escuelas que tienen planes de capacitación en acuicultura, y entrenar a los maestros de acuicultura hasta convertirlos en expertos en el tipo de cultivo escogido. En las escuelas estuarinas, el cultivo de ostión parece ser el más apropiado actualmente. En las escuelas de agua dulce, los cultivos de carpa, tilapia, bagre y trucha, o combinaciones de éstos, parecen ser los más adecuados. También debería entrenarse un conjunto de agentes promotores, tan pronto como lo permitan los medios para esta clase de operación. Las especies como trucha, bagre y pescado blanco, cuando el sistema de cultivo para esta especie haya sido perfeccionado, son ejemplos de especies adecuadas para México. Y especies tales como carpa y tilapia podrían criarse en varios de los numerosos estanques naturales y lagos pequeños, bajo cultivo intensivo, si a los agricultores y otras personas se les imparten los conocimientos necesarios.

6. Un tipo secundario de capacitación en acuicultura sería enseñar a los estudiantes a efectuar muestreos y mediciones biológicas y del medio ambiente, con objeto de prepararlos para empleos tales como asistentes en programas de acuicultura y de investigación y desarrollo pesqueros.

7. De igual forma, deberán impartirse conocimientos generales sobre la factibilidad económica de diferentes sistemas de cultivo.

8. Posteriormente, cuando las instalaciones y disponibilidad de profesorado lo permitan, los maestros de acuicultura deberán ser enviados al extranjero para aumentar su capacitación. Para los maestros de las escuelas del interior, la Universidad de Auburn en los Estados Unidos, China, Japón u otros países del Sudeste de Asia serían apropiados. Para los maestros de las escuelas estuarinas, la capacitación podría obtenerse en Japón, Corea, los Estados Unidos, Canadá o el Sudeste Asiático.

9. Deberían hacerse estudios sobre la posibilidad de introducir algunas formas del cultivo de camarón-con-pep del Sudeste de Asia, en donde se permite a estos animales entrar a estanques o corrales preparados especialmente, y se les protege y alimenta hasta que alcanzan un tamaño comercial. Parece que México se encuentra en una posición particularmente favorable para adoptar dicho sistema, debido al método existente de recolección por medio de "tapos", el cual incluye algunos aspectos del cultivo asiático.

5.2. ASUNTOS RELACIONADOS

1. Debería crearse un comité u otro cuerpo para intercambiar información sobre el progreso en acuicultura, entre los organismos gubernamentales y las instituciones académicas ocupadas de la investigación y el desarrollo de la acuicultura en México, y para ayudar en la coordinación de estas actividades. Este grupo estaría compuesto por funcionarios de alto nivel, y debería reunirse con cierta frecuencia.

2. Los programas de investigación y desarrollo deberían ser sostenidos por organismos gubernamentales a un grado creciente y ser de mayor extensión que en el pasado, para permitir a los científicos afirmar sus conclusiones.

3. Los cambios importantes en los ambientes de lagunas costeras y estuarios deberían estar precedidos de estudios biológicos cuidadosos, ya que no todos los cambios son benéficos, y algunos, siendo perjudiciales, son irreversibles.

4. Que sea controlada cuidadosamente la introducción de especies exóticas, y que se pida a un comité de biólogos y otras personas calificadas que estudien las solicitudes de dichas importaciones.

5. Debería ponerse más atención al control de la contaminación en los ambientes acuáticos, ya que los pesticidas y otros contaminantes pueden impedir el desarrollo de la acuicultura en el país.

6. Deberían llevarse a cabo mecanismos legales y financieros adecuados para permitir la cooperación entre grupos comerciales y cooperativas pesqueras, con objeto de establecer sistemas de acuicultura en los estuarios.

APENDICE

Abreviaturas utilizadas:

FIDEFA	Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática
INP	Instituto Nacional de Pesca
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SEP	Secretaría de Educación Pública
CIFSA	Consultores en Ingeniería Fluvio-marítima, S.A.
PHIBIO	Plan Hidrobiológico del Instituto de Biología UNAM