

Nº 18
2 EJ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ACUICULTURA: INGENIERIA CIVIL APLICADA COMO
ALTERNATIVA ALIMENTICIA EN COMUNIDADES
RURALES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

RAUL CANALES MADRAZO

CARLOS IGNACIO MOLINA LOPEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. HECTOR LOPEZ GUTIERREZ

MEXICO, D. F.

1992



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCION

La acuicultura es apenas una de las muchas áreas del conocimiento humano. Para algunas personas, esta ciencia pertenece al estudio de la Biología y es ajena a la ingeniería civil. El presente trabajo es un modesto intento de demostrar que el ingeniero civil no sólo puede, sino debe incursionar en toda actividad del quehacer humano en donde su formación como profesional le permita un desempeño productivo.

Creemos que la imagen del ingeniero civil: frío diseñador, calculista y realizador de las grandes obras, metódico, analista de la técnica; debe cambiar. Es nuestra obligación como ingenieros civiles buscar nuevas alternativas que den respuesta a las necesidades de nuestro país y de nuestra gente, sobre todo de ésta última. Para esto debemos conocer profundamente la esencia de nuestro pueblo, su magia, su dolor. Apoyados en los conocimientos que brinda nuestra universidad se puede enfrentar cualquier reto y encontrar soluciones teóricas. El verdadero papel del ingeniero está en poder llevar a la práctica esas soluciones con recursos muchas veces limitados.

La primera experiencia de este tipo a la que nos enfrentamos como universitarios es nuestro servicio social. Creemos que de esta actividad depende, en gran parte, la formación integral del estudiante de ingeniería civil y que, en la medida en que las autoridades de la Facultad tomen conciencia de esto, se tendrán ingenieros civiles más capaces, más humanos, más completos.

CAPITULO I. MARCO DE REFERENCIA

EL EJIDO DE CORDON GRANDE

Situación Geográfica

El ejido de Cordón Grande, perteneciente al Municipio Tecpan de Galeana se encuentra enclavado en pleno corazón de la sierra guerrerense. La zona está formada por sierras escarpadas y boscosas. Varios arroyos de caudal considerable atraviesan la región dividiendo y aislando zonas enteras durante la época de lluvias (de mayo a noviembre). Se encuentra ubicado a una altura aproximada de 1000 a 2000 m.s.n.m. con alturas máximas cercanas a los 3000 m.s.n.m. El clima varía dependiendo de la altura pero puede decirse que es de carácter cálido-semi-tropical. Actualmente se utilizan arroyos cercanos a las poblaciones como fuente de abastecimiento de agua.

El ejido cuenta con dos poblaciones principales y éstas con sus poblaciones anexas correspondientes:

Población	Anexos	Comisario Ejidal
Cordón Grande	La Manteca La Cañada La Ceibita La Confianza Las Trojas El Plato	Propietario: Fernando López Gómez. Suplente: Gelasio Benitez Sánchez.
Zaragoza o El Tejón	La Parota Guacamayas El Puerto El Rincón	Propietario: Disidoro Domínguez Barragán. Suplente: José Castañeda Beltrán.

Nota : Las dos poblaciones principales están separadas entre sí por una serranía, conocida en la región como un cordón, lo que dio origen al nombre del ejido.

Vías de comunicación

Para llegar al ejido de Cordón Grande es necesario viajar hasta Tecpan de Galeana y de ahí tomar un camino de terracería de 90 km de longitud. Normalmente se recorre en 8 horas que se convierten hasta en 48 por la lluvia; lo que dificulta el suministro de alimento, servicio médico y profesores capacitados para la enseñanza primaria. En esta población realizamos nuestro servicio social, formando parte de una brigada multidisciplinaria.

Condiciones de la Comunidad

El trabajo de la brigada se concretó a la población de Cordón Grande y sus anexos. Nos instalamos en el edificio destinado a la tienda de la CONASUPO, que no funcionó durante ese tiempo debido a problemas de tipo administrativo. La recopilación de datos que se tomaron a lo largo del servicio social arrojó los siguientes resultados :

Población total del Ejido: 500 hab.

Población de Cordón y sus anexos: 200 hab.

La población es característicamente mestiza.

Nivel Educativo	Educación
Población total, en %	
80	Analfabetismo
15	Primaria incompleta
5	Primaria completa

Escuela

En el ejido existen dos escuelas primarias, una en cada población principal. La de Zaragoza está manejada por el estado de Guerrero, la de Cordón Grande es escuela primaria federal y no funciona normalmente.

Esto es importante ya que, aproximadamente, el 60% de la población del ejido está constituida por niños entre 0 y 12 años de edad.

Vivienda

Este ejido y los adyacentes, que se encuentran en la sierra guerrerense, poseen gran cantidad de madera. Debido a las lluvias semitropicales, que se presentan desde el mes de mayo hasta finales de octubre, la gente se ha acostumbrado a construir sus casas con tabloncillos de madera que ellos mismos labran con ayuda de motosierras.

La habitación consiste en dos espacios principales: cocina y dormitorio. Estos pueden estar separados o integrados en un gran conjunto. El piso es de tierra y junto con las paredes de madera lleva aplicado un "aplanado" de lodo que protege a la casa. Pocas viviendas están pintadas y el techo varía, según las posibilidades económicas de la familia, desde láminas de cartón hasta de asbesto. La cocina es de barro y el combustible que se utiliza es leña.

Actividades Económicas

El ejido de Cordón Grande es de tipo forestal y forma parte de la Unión de Ejidos Hermenegildo Galeana. Sin embargo, debido a una deficiente administración, el dinero de la venta de la madera no beneficia directamente a la comunidad.

Los ejidatarios participan en actividades agropecuarias, principalmente en la crianza de ganado bovino para su venta en pie. Esto ha propiciado el desmonte de grandes áreas para la siembra de pastizales y la creación de potreros, ocasionando erosión, ya que las pendientes y desniveles del terreno son grandes. Por otro lado, algunos de ellos poseen huertos cafetaleros o de plátano, ganado menor y la mayoría siembra maíz y frijol de temporal, pero la producción es escasa.

Alimentación

Un gran porcentaje de los alimentos, irónicamente, llegan desde la costa. La gente vende su ganado para poder comprar todo aquello que necesita. Sus alimentos principales son: maíz, frijol, chile, pollo, cerdo, leche y queso (la ordeña es en temporada de lluvias), café, té, azúcar, y frutas de temporada que crecen en árboles criollos de la región como son, por ejemplo, guayaba, mango, nanche y papaya.

Historia*

En 1913 llegaron los primeros pobladores; arribó la familia Urióstegui Espinoza, procedente de Tierra Caliente, formada por: Concepción Urióstegui y Aquilina Espinoza, junto con sus hijos; cinco hombres y cuatro mujeres. Además Tomasa Vences y Antonia Brito.

Ellos se dedicaron a la siembra de maíz, frijol, chile, jitomate, camote y calabaza y a la engorda de cerdos. Los caminos eran veredas.

En 1929 llegó la familia Ramírez López, formada por Cleto Ramírez y Juana López, con 12 hijos del matrimonio más dos de un matrimonio anterior de ella. Por entonces existía en la región un caballero español llamado Francisco Cázarez Benítez, buscador de tesoros.

En 1950 los habitantes de la sierra cercana al ejido de Puerto Rico, llamados Chiveros (debido a que se dedicaban a criar chivos) tuvieron un conflicto con la familia Urióstegui, a causa del asesinato de José Urióstegui. Las vendetas familiares ocasionaron la emigración de todos los pobladores del ahora ejido Cordón Grande. La única familia que permaneció fue la de Francisco Cázarez Benítez, Agripina Ramírez López y sus 10 hijos, la causa de su estancia fue la mala salud de Don Francisco.

Durante la trifulca que duró cinco años aproximadamente, la zona fue saqueada por ambos grupos (se les llamó guerrilleros). A la muerte de Santos González, último de los chiveros,

*Recopilación Socio-histórica realizada por la brigada durante su estancia en Cordón Grande.

acabó la matanza y comenzó a repoblarse el ejido. Se fundó el anexo de la Cañada con la llegada de Tiburcio Cortez en el año de 1956. Poco después arribó a la comunidad gente de la Costa Chica, representada por el señor Florentino Leyva, de Petatlán, de la Costa Grande, e incluso gente de Michoacán, como es el caso de la familia Arreola. Junto con los Urióstegui sobrevivientes y su descendencia respectiva, forman la población actual del ejido.

En los primeros años de la repoblación, los habitantes se dedicaron al desmonte de los terrenos cercanos al poblado para después sembrar. El bosque resultaba un estorbo y los trabajos eran excesivos. Así surge la costumbre de la "Tumba": los vecinos eran "invitados" a trabajar en el terreno de uno de los ejidatarios y diariamente, después del trabajo eran convidados a una comilona en la que abundaba la carne, las tortillas y el mezcal. Actualmente esta costumbre ha desaparecido pues existen nuevos pobladores que no poseen parcela y prestan su mano de obra con el peonaje, que se paga por día de trabajo o por destajo. Ahora, todos los "favores" esperan una remuneración en metálico.

Carencias

El Ejido carece de la mayor parte de los servicios, esto es:

- Electrificación
- Agua Potable y Drenaje
- Clínica Rural de Salud
- Transporte motorizado establecido

Todas estas carencias hacen que las condiciones sanitarias de la comunidad sean deplorables. Además, esto se acentúa por la ausencia de servicios médicos en la zona.

El transporte más utilizado son las bestias equinas, lo que aumenta considerablemente los tiempos de tránsito, tanto personal como de bienes. Otro factor que afecta a la comunidad es el abastecimiento de dichos bienes ya que en la época de lluvias la CONASUPO no surte lugares como éste, provocando mayores restricciones alimenticias. .

Aunque existe un camino rural que los comunica con otras poblaciones, éste se destruye parcialmente durante la época de lluvias, haciéndolo prácticamente intransitable.

LA BRIGADA MULTIDISCIPLINARIA

De mayo a octubre de 1990 vivimos en la comunidad constituyendo una brigada multidisciplinaria formada por pasantes de las carreras de: Enfermería, Emma Rivera Pérez; Medicina Veterinaria y Zootecnista, Ricardo Francisco Rogelio Guedea Fernández e Ingeniería Civil, Raúl Canales Madrazo y Carlos Ignacio Molina López, cuyo objetivo era detectar los problemas de la comunidad cuya solución la gente considerara prioritaria y motivarla para que con la orientación debida encontrara alternativas de trabajo comunitario que dieran una solución a dichas necesidades. De esta forma, la gente aprendería a satisfacer gran parte de ellas con sus propios recursos, trabajando en conjunto. En una palabra, el objetivo de la brigada era propiciar la *AUTOGESTION*.

Por medio de pláticas, trabajo y sobre todo procurando no prometer nada más allá de nuestras posibilidades, se ganó la confianza de la gente que expuso sus necesidades más urgentes:

- El funcionamiento de la escuela primaria no era adecuado, pues carecía de maestro la mayor parte del tiempo.
- No existía ningún tipo de servicio médico, ni humano ni veterinario, en el ejido.
- Sabían que su alimentación era escasa y deficiente.
- Por último, las condiciones del camino eran tales que aislaban a la población por casi cinco meses durante la época de lluvias.

La metodología que se siguió para solucionar estos problemas fue la siguiente:

1) Creación de un dispensario surtido con medicamentos proporcionados por el ejido y atendido por nosotros durante nuestra estancia.

2) Creación de dos grupos piloto: uno de señoritas (grupo "Enfermeras") que aprenderían las bases de la enfermería y que en un futuro se harían cargo del dispensario médico humano y otro formado por muchachos (grupo "Pumas Vaqueros") a los que se capacitó en las bases de la veterinaria y que podrían atender el ganado y los medicamentos veterinarios.

3) Organización de clases en la escuela primaria, por las mañanas, y por las tardes, clases a los alumnos más avanzados con miras a la formación de futuros profesores suplentes. Además, por petición de los adultos, quedó instalada la Sociedad de Padres de Familia.

4) Se creó un comité que trabajaría en un proyecto de producción de alimentos. Existía curiosidad sobre la crianza de especies acuáticas y árboles frutales. Quince familias decidieron colaborar.

5) Se brindó un espacio donde la gente discutiera sus necesidades y llegaron a la decisión de trabajar por equipos para hacer las reparaciones indispensables del camino.

DESARROLLO DE LA COMUNIDAD

De las actividades realizadas, el interés de la gente dio pauta a darle un seguimiento especial a la atención médica y veterinaria y al proyecto de policultivo, encaminado a mejorar las condiciones alimenticias en la comunidad. Las alternativas que se propusieron para solucionar ese problema, el criterio de elección, la forma en que se adaptó esa solución a las condiciones particulares de la comunidad y el modo de llevarla a la práctica son el tema del presente trabajo.

PROYECTO DE POLICULTIVO

El policultivo pretende aprovechar la energía en todos los niveles de la biomasa, creando una cadena alimenticia artificial con un flujo único de agua. Con ayuda del DIF Guerrero y en especial con apoyo del director, Lic. Oscar Rangel G., reunimos la información necesaria para el diseño de un proyecto de policultivo. El proyecto consiste en tres estanques: primario y secundario para la cría de tilapia; y terciario para la cría y crecimiento de crustáceos (langostino a nivel experimental); huerto frutal; hortalizas y criadero de lombrices. De las quince familias interesadas, quedaron siete que estuvieron dispuestas a trabajar con nosotros. Con la herramienta disponible (picos, palas, carretilla, compactadores manuales, manguera transparente e hilos para medir niveles, hilo, cinta, plomada, etc.) la actividad se enfocó a la construcción de un estanque primario.

Tres de las familias participantes carecían de la figura paterna por lo que se trabajó incluso con la mano de obra de los brigadistas.

CAPITULO II SUSTENTO TEORICO GENERAL DE ACUICULTURA. PARAMETROS BIOLOGICOS Y OBRA CIVIL

ACUICULTURA

La acuicultura es la ciencia y arte del cultivo de organismos acuáticos. No es un nuevo campo del esfuerzo humano dado que las civilizaciones del Lejano Oriente han practicado la acuicultura cuando menos desde 500 años a.C. El cultivo de ostión y otros esfuerzos acuiculturales han sido registrados por autores griegos y romanos. Desafortunadamente la acuicultura no ha progresado con la misma rapidez que la agricultura. La aplicación de la ciencia e ingeniería a la acuicultura se ha retrasado por varias razones. El hombre se identifica y entiende más fácilmente con las plantas y los animales terrestres debido a que es un animal terrestre. En consecuencia no ha habido tanto apoyo hacia la investigación para la acuicultura como el que ha existido para la agricultura. Esta última ha sido capaz de brindar suficiente alimento para la población de países desarrollados. De ahí que los países más capaces para lograr avances en la tecnología acuicultural no han tenido necesidad de hacerlo.

La palabra "Acuicultura" ha sido escogida para describir el cultivo y/o la siembra, aunque primitiva, de organismos acuáticos; algunos otros términos tales como siembra marina y maricultura se consideraron menos apropiados dado que ambos denotan sólo la producción en aguas saladas. El término acuicultura enmarca actividades en agua dulce, salobre y salada, y, por esta razón, parece ser el más apropiado.

La acuicultura puede ser desglosada en varias categorías, dependiendo del criterio usado para su clasificación. La siguiente clasificación está basada en el objetivo final del esfuerzo acuicultural (Pillary, 1973):

- 1) Cultivo para la producción de alimentos.
- 2) Cultivo para el mejoramiento de bancos naturales.
- 3) Cultivo para la producción de pesca deportiva.
- 4) Cultivo de carnada para la pesca comercial y deportiva.
- 5) Cultivo de organismos acuáticos para investigación o recreación.
- 6) Cultivo de organismos acuáticos para el reciclamiento de desechos orgánicos.
- 7) Cultivo de organismos acuáticos para la producción de artículos industriales.

Actualmente, la acuicultura forma parte principal de la producción en pocas áreas del mundo. La producción acuicultural, por otro lado, ha mostrado un rápido incremento en los últimos 20 años aunque las estadísticas sobre este tema son limitadas.

Conforme la población aumente y la escasez de alimentos se haga más aguda, la acuicultura tendrá un papel cada vez más importante en el abastecimiento mundial de alimentos y fibra.

¿Por qué la acuicultura tendrá más importancia? Porque utiliza áreas de la superficie terrestre cubiertas con agua. Estas áreas, excepto en las costas, no han sido totalmente explotadas por el hombre; sin embargo, son potencialmente aptas para un futuro desarrollo. Muchos organismos acuáticos son eficientes transformadores de alimento en proteína: por ejemplo, se puede producir un kg de bagre con 1.5 kg de alimento bajo condiciones de cultivo en el estanque; esta conversión alimenticia es tan buena o mejor que la de animales terrestres domesticados. También algunos organismos acuáticos poseen la habilidad de transformar las aguas negras, así como otros desechos, en proteínas utilizables. Sin embargo, aún existen problemas de

sanidad en los sistemas que dependen del material de desecho humano como alimento para animales destinados al consumo humano.

Las técnicas acuiculturales también pueden producir grandes cantidades de alimento utilizable, con recursos que ahora son despreciados. Los ostiones o almejas cultivados en estanques poco profundos, alimentados por las mareas, utilizan el plancton del océano, el que actualmente no resulta económico de cosechar. También utilizan la energía solar para producir alimento humano de alta calidad y un material para la construcción: las conchas.

La producción de estos estanques alimentados por la marea puede ser obtenida sin necesidad de grandes cantidades de energía producida por el hombre, excepto en lo que se refiere a la construcción de la poza o estanque y la cosecha.

La acuicultura ha demostrado su eficiencia como actividad que puede contribuir a resolver problemas relacionados con déficits en la dieta alimenticia del pueblo y en la creación de fuentes de trabajo. Además, existe el hecho de que en toda consideración de orden económico que se plantee en relación con el incremento en la producción en el campo, debe tenerse en cuenta la disponibilidad de agua, el régimen de lluvias, la distribución de las aguas superficiales y subterráneas, el número de depósitos disponibles y las diferentes obras que aún se requieren, etc.

Al respecto, nuestro país se enfrenta a serios problemas en relación con el agua; ya que si ésta es escasa, debe retenerse y si es abundante, debe drenarse para evitar su poder erosivo y

perjudicial para las actividades agropecuarias. De su adecuado control derivan todos los beneficios inherentes al uso múltiple del agua.

Dentro de un esquema de desarrollo integral de los recursos naturales renovables, la acuicultura tiene singular importancia, como puede apreciarse en los resultados obtenidos en países donde se practica tradicionalmente en forma intensa y son normales las cosechas de pescado, molusco y crustáceos de varias toneladas anuales por hectárea, en la inteligencia de que estos trabajos pueden realizarse en tierras que, por alguna razón, son inadecuadas para la agricultura.

Entonces podemos decir que la acuicultura es una técnica ecológica mediante la cual se pretende incrementar la productividad de los ecosistemas acuáticos, para lo que se puede intervenir a nivel de biocenosis o de biotipo. Creando para ello nuevos sistemas, si ello se hace necesario.

Se aprecia que la acuicultura al igual que la pesca, agricultura, silvicultura, etc., son en realidad ecología aplicada, la cual a su vez tiene como ciencias de apoyo las diversas ramas de las ciencias naturales que estudian los diferentes aspectos de la biología de los organismos, las características del medio ambiente y sus múltiples interacciones.

Pese a que la acuicultura es una actividad eminentemente ecológica, se debe tomar en cuenta el marco socio-económico en que ésta se llevará a cabo.

Entre los criterios ecológicos por considerar podemos mencionar disponibilidad de agua y sus características físico-químicas, tipo de organismos que se desarrollan en la zona y los que se podrían introducir para incrementar la producción. Entre los socioeconómicos: costos de construcción de estanques, operación de los mismos, así como el tipo de necesidades prioritarias por resolver como son: si se requiere gran producción de proteína animal a bajo costo o proteína de alta calidad aún disminuyendo la cantidad producida. También deberá considerarse la existencia de grupos humanos que realicen o puedan efectuar actividades pesqueras, ya que de no existir interés por este tipo de actividades, el trabajo no podría aprovecharse en forma adecuada.

En lo que se refiere a las aguas continentales, tomando en cuenta las características climatológicas y ecológicas, en el caso de México, se pueden establecer las zonas piscícolas siguientes:

Zona cálida: Abarca casi toda la planicie costera, se extiende desde el nivel del mar hasta los 900 metros sobre el nivel del mar, presenta variaciones térmicas en el agua entre 25 y 30 °C; en agua estancada las variaciones son mayores; entre la fauna característica de esta zona podemos mencionar las mojarras, bagres, bobo, trucha de tierra caliente, lisa, langostino, tortugas, así como ostras y almejas, además de otras especies. La porción neotropical ofrece condiciones propicias para la propagación de la tilapia y mojarras, en cambio en la neártica prosperan especies como la lobina, bagres, lisa y rana.

En toda la porción estuarina se pueden desarrollar programas ostrícolas, siempre y cuando se cumplan los requerimientos en lo que a salinidad se refiere.

Zona templada cálida: Se extiende por arriba de los 900 hasta los 1500 m sobre el nivel del mar; sus aguas muestran variaciones entre 20 y 30 °C, sobre todo si están estancadas; en esta zona habitan en forma característica: bagres, mojarras, en algunas zonas del altiplano mexicano pescado blanco y charales, en otras se ha introducido la lobina negra; la carpa prospera perfectamente en esta zona, sobre todo en bordos y aguajes; con ciertas limitaciones pueden introducirse las tilapias, ranas toro y los langostinos.

Zona templada fría. Se extiende por arriba de los 1500 y termina entre 1800 y 2000 m sobre el nivel del mar; presenta temperaturas que oscilan entre los 10 y poco más de 20 °C. En ella habitan los charales y el pescado blanco de Pátzcuaro. En algunos lugares encontramos varias especies de bagres; en ella se ha propagado con éxito la lobina negra, y en ciertas condiciones la carpa y la trucha.

Zona fría: Se extiende por arriba de los 1800 m. La temperatura de sus aguas oscila entre 5 y 15 °C. En esta zona, salvo casos especiales, se encuentran pocos organismos acuáticos de importancia económica; en el norte de México abundan organismos forrajeros que están representados fundamentalmente por ciprínidos y en el centro por godeidos y acociles. Esta es una zona ideal para la distribución de la trucha arco iris.

Es necesario señalar que en casi todos los países se establecen sólo tres: la fría, la templada y la cálida; sin embargo, en México la zona templada no es muy uniforme, razón por la cual se prefiere dividirla en dos.

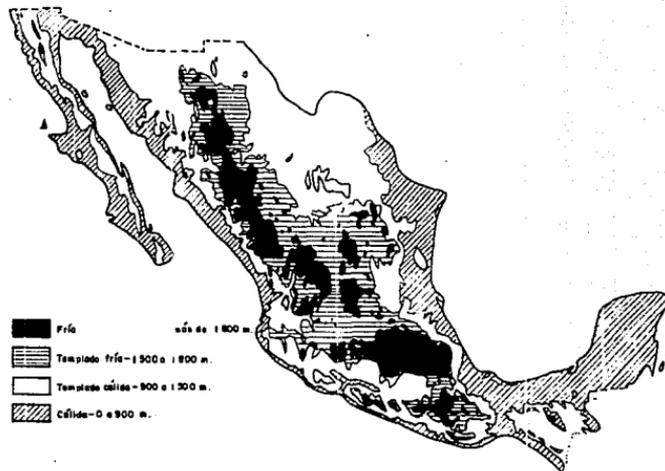
En términos generales se puede decir que la piscicultura en estanques está más desarrollada en aguas templadas.

Por otro lado, aunque casi todas las especies pueden desarrollarse indistintamente en aguas corrientes o estancadas, siempre y cuando éstas tengan la cantidad de oxígeno adecuada, por lo general, muestran preferencia para uno u otro medio, sobre todo durante las etapas críticas de su ciclo, por ejemplo, el período reproductivo.

Especies como la carpa y la lobina, pescado blanco, charales y tilapia, se reproducen en agua estancada, en cambio, algunos bagres requieren cierto movimiento en el agua para reproducirse. La trucha y el dorado sudamericano suelen requerir agua en movimiento sobre todo durante la reproducción, lo cual está relacionado con la cantidad de oxígeno que requieren estas especies y la proporción en que puede mantenerse en solución dicho gas en el agua.

Aún en el caso de las especies que se desarrollan en estanques, el agua debe renovarse cuando menos una vez al año; época en que se encalan y dejan expuestos los fondos antes de volver a utilizar el depósito, con lo que se tiende a evitar el desarrollo de enfermedades y a aumentar la productividad.

ZONAS PISCICOLAS DE LA REPUBLICA MEXICANA



ASPECTOS FISICO QUIMICOS

El medio ambiente acuático abarca una gran variedad de factores físicos, químicos y biológicos interrelacionados entre sí, dando lugar a lo que se llama "calidad del agua", factor muy importante que interviene en la salud de los peces.

Los factores físico-químicos de mayor importancia son: temperatura, pH, alcalinidad, salinidad (dureza), gases disueltos y los contaminantes agroindustriales, mientras que el factor biológico relevante para la producción en el estanque es el plancton, formado por vegetales y animales de tamaño microscópico.

TEMPERATURA: Cada especie de pez tiene un rango de tolerancia a las variaciones de temperatura, con un óptimo indispensable para su crecimiento, reproducción, incubación de huevos, conversión de alimento y resistencia a las enfermedades. La temperatura influye además, en forma indirecta sobre los peces, alterando otros parámetros importantes tales como la solubilidad de los gases (principalmente oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono), la cual disminuye de manera proporcional conforme aumenta la temperatura, mientras la solubilidad de los compuestos tóxicos se ve incrementada, al igual que la toxicidad de los metales pesados, se altera la eficiencia de las sustancias químicas usadas para prevenir o controlar las enfermedades. La temperatura en la superficies de los estanques puede aumentar dependiendo de la altitud regional, latitud, estación anual, profundidad del estanque y flujo del agua en las unidades de producción, pero esto puede controlarse variando el flujo del agua, aumentando la profundidad del estanque o disponiendo de sombras.

pH: Se conoce como pH a la concentración de iones hidrógeno en el agua y se mide con una escala que va del 1 al 14, utilizando una tirilla de papel indicador o un aparato llamado potenciómetro. Cuando los iones hidrógeno (H^+) exceden a los de hidroxilo (OH) el pH es menor de 7 y al agua se le denomina ácida, si es de 7 es neutra, y los iones hidrógeno e hidroxilo se encuentran en igual concentración, si el pH es de 7 a 14, predominan los iones hidroxilo y el agua se llama alcalina.

ALCALINIDAD: El rango de pH que presenta un estanque está dado por el contenido de las sales, es por ello que la alcalinidad se expresa normalmente en mg/l (ppm) de carbonato de calcio, mientras que la acidez en el agua dulce está determinada frecuentemente por los ácidos carbónico y orgánicos provenientes del suelo, bosques y cultivos circunvecinos, los cuales llegan al estanque por arrastres. El pH, determinado como tal, es importante para la salud de los peces, los cuales crecen en un rango de 6 a 9; por afuera de éste, los salmónidos se vuelven incapaces para regular la concentración de sodio y cloro en el plasma, perdiéndose la coordinación muscular a un pH inferior de 5. Las aguas dulces alcalinas se presentan en zonas de suelo calizo o tierras en formación. Si los peces están expuestos a un pH bajo (inferior a 5), esto puede corregirse adicionando piedra caliza, para evitar el lento crecimiento y reproducción precoz de los peces.

DUREZA: La dureza está determinada por la presencia de sales disueltas en el agua, las más comunes son las de calcio y de magnesio. De acuerdo a su cantidad, las aguas dulces se clasifican como blandas (0 a 60 mg/l), moderadamente duras (60 a 120 mg/l) y duras (más de 120 mg/l). Los peces, en general, requieren una dureza de 50 a 300 mg/l, una forma sencilla de saber si el agua posee una alta concentración de sales sin realizar análisis de laboratorio es observar si se forman costras blancas (sarro) en las paredes del estanque al bajar el nivel del

agua, o bien, si el jabón tarda mucho en hacer espuma y si ésta desaparece rápidamente. Si el agua es demasiado blanda, puede agregarse cal para incrementar la dureza con lo que se controlará además el pH y la alcalinidad. En épocas de sequía cuando los espejos de agua disminuyen y no hay abastecimiento, la evaporación incrementa la dureza del agua.

GASES DISUELTOS: El oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2) y el dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO_2), son los que tienen mayor importancia por influir frecuentemente y en forma directa sobre la salud de los peces. El nitrógeno y oxígeno se encuentran en el aire con una presión parcial del 78 % y 21 %, respectivamente; y en el agua con una presión total del 110 %; los problemas en los peces se presentan al suministrar el agua que contiene elevadas concentraciones de estos gases, lo que ocasiona la "enfermedad de las burbujas de gas" (por ejemplo, al bombear el agua, el aire comprimido contiene una mayor proporción de gases). Otros factores que ocasionan este fenómeno son las descargas eplfmnicas, cascadas y rápidos; una sobresaturación del 5% de estos gases causan "stress" y un 40% ocasiona mortandad en masa. Las lesiones de la "enfermedad de la burbujas" se localizan principalmente en piel, vísceras, bajo los ojos, branquias y son puerta de entrada a infecciones por bacterias, hongos y virus.

El anhídrido carbónico (CO_2) es la reserva de carbono para la fotosíntesis de las plantas acuáticas y plancton, que son la base de la producción de alimento para los peces. La liberación de hidrógeno (H^+) durante la fotosíntesis diurna disminuye el pH, mientras que en la oscuridad se produce anhídrido carbónico por la respiración de las plantas, liberando iones hidroxilo (OH^-) y alcalinizando el agua; por eso, el cambio diurno de pH, la temperatura y la concentración de anhídrido carbónico disminuyen la respiración del pez; los niveles elevados (30 mg/l) se presentan en aguas ácidas.

CONTAMINANTES AGROINDUSTRIALES: El medio acuático frecuentemente se ve alterado por sustancias provenientes de industrias y campos de cultivo, vertidas en su lecho. Dado que el agua de los ríos o lagunas es usada en nuestro país para abastecer los centros de producción acuícola estos pueden verse afectados.

Metales: Los responsables más frecuentes de las intoxicaciones minerales son los metales pesados como son, por ejemplo, el cobre, plomo, mercurio, zinc, cromo, cadmio, fierro y magnesio. Los desagües de las industrias y minas son, principalmente, la fuente de este tipo de contaminación o bien, la composición del suelo donde se ha establecido la piscifactoría, por lo que es necesario hacer estudios geológicos para conocer el tipo de suelo y de ingeniería para determinar los escurrimientos del área circundante y prevenir estos problemas. Esta forma de contaminación actúa a veces en forma sinérgica o combinada (por ejemplo cadmio, zinc y cobre). Los daños ocasionados dependen del tiempo de exposición y susceptibilidad del pez. Este tipo de intoxicaciones se determinan por espectrofotometría de absorción atómica y debe apoyarse en antecedentes previos.

No metales: Estos son tóxicos cuando se encuentran a una concentración elevada. Las más importantes son las sales amoniacales, fluoruros, cianuros sulfuros, fósforo, sales de aluminio y berilio; arseniatos y halógenos, principalmente cloro y cloraminas. Muchos compuestos orgánicos que se usan en la agricultura e industria son también tóxicos para los peces; por ejemplo los pesticidas y fertilizantes provenientes de cosechas tratadas, desechos de viviendas e industrias. Algunos pesticidas se degradan por acción bacteriana y otros quedan adheridos a las partículas del fondo. El DDT y el diedrín son no degradables y se acumulan en el alimento de los peces. Otro contaminante proveniente de las industrias es el PCB (polifenilclorados)

usado como plastificante en la fabricación de plásticos y pinturas; éste es para los peces un tóxico acumulativo.

Desagües: Estos reducen la calidad del agua, independientemente de su tratamiento y composición. Si el agua de abasto proviene de una fuente contaminada, es común observar una baja concentración de oxígeno, debido al crecimiento microbiano sobre la materia orgánica, pues sus derivados inorgánicos tales como los fosfatos, amoníaco y nitratos estimulan la proliferación de algas y de otros vegetales que consumen oxígeno.

Partículas en suspensión: Si éstas se encuentran en forma abundante ocasionan a los peces daños mecánicos en las branquias, esto es más notable cuando hay tormentas o inundaciones. Los huevos de los peces son fácilmente afectados por la arcilla, la cual inhibe la respiración. Algunas industrias como las "pedreras", minas, fábricas de papel y prácticas agrícolas (riego) son responsables de la introducción de partículas al medio acuático. Además del efecto directo, las partículas en suspensión reducen la penetración de la luz a los estanques disminuyendo la producción de plancton.

Aceites crudos y refinados: Estos provienen de las máquinas de bombeo, lanchas o de la contaminación industrial, su disolución es muy lenta y cuando se usan disolventes o dispersantes para su eliminación aumenta considerablemente su efecto tóxico.

OTROS: Son numerosos los contaminantes naturales o industriales que causan olor, color y sabor desagradable en la carne del pez. Por ejemplo el olor a cieno de la trucha cultivada en estanques es consecuencia de la actividad bacteriana en el suelo (bacterias Actinomyces).

También los fertilizantes orgánicos como la gallinaza pueden proporcionar sustancias tóxicas (toxinas bacterianas)

Otros contaminantes provenientes de industrias y que en bajas concentraciones son letales para la salud de los peces son el amoníaco y el ácido sulfhídrico.

Se sugiere llevar un control estricto de calidad del agua, así como de la temperatura y del oxígeno disuelto. Los criterios recomendados son los siguientes:

Criterios sugeridos para la calidad del agua

Química del agua	Límite superior para exposición continua
Acidez	pH 6-9
Alcalinidad	menos de 20 ppm (CaCO ₃)
Amonio	0.02 ppm
Cadmio	0.0004 ppm en aguas suaves ¹
Cadmio	0.003 ppm en aguas duras ²
Cromo	0.03 ppm
Cobre	0.006 ppm en aguas suaves
Cobre	0.006 ppm en aguas suaves
Acido sulfhídrico	0.03 ppm en aguas duras
Plomo	0.03 ppm
Mercurio	0.2 ppm máximo
Nitrógeno	presión de gas máxima 110%
Bifenil Policlorados (PBC)	0.002 ppm
Sólidos suspendidos y sedimentables.	80 ppm o menos

1. (< 100 ppm de alcalinidad)

2. (> 100 ppm)

Niveles de Oxígeno disuelto mínimo recomendable

Temperatura del agua ° C	Oxígeno disuelto (mg/l)	
	Valor de Saturación	Niveles mínimos
5.0	12.8	9.1
10.0	11.3	8.8
15.0	10.2	8.3
20.0	9.2	7.8
25.0	8.2	7.4
30.0	7.5	6.9

ASPECTOS BIOLÓGICOS

La calidad del agua afecta la abundancia, composición y diversidad de los organismos que en ella habitan, incluyendo su condición fisiológica y productividad. Por lo tanto, el conocer la naturaleza y la salud de las comunidades acuáticas es también parte de la calidad del agua.

Existe cierto número de especies que en forma sistemática se cultivan en diversos países, en torno a las cuales existe suficiente información autoecológica, ya que se conocen diversos aspectos relacionados con su ciclo biológico en su área de distribución natural y la forma en que éste ha variado en las diferentes zonas en que se ha introducido.

Cuando se desea introducir una especie a una determinada zona debe analizarse esta información a la luz de lo que se conoce, desde el punto de vista de la sinecología de la zona en que se piensa realizar la introducción, lo que evitará al máximo que las especies no se adapten u ocasionen disturbios ecológicos con todas las consecuencias que esto implica.

PROYECTOS ACUICOLAS

Se entiende que la diferencia entre acuicultura intensiva y extensiva está en que en el primer caso se trabaja con alta densidad de población en áreas restringidas y en el segundo, la densidad de población es baja, comparativamente, en relación con el área en que se introducen los organismos.

En México, la acuicultura intensiva se produce en corta escala, ya que en términos generales este tipo de actividad es promovido por dependencias oficiales, por lo cual el mayor esfuerzo se orienta hacia el incremento de poblaciones acuáticas en las grandes obras de almacenamiento y aguas abiertas en general.

Sin embargo, es preciso señalar que el rendimiento en estanques es mucho mayor al que se obtiene en aguas abiertas, y que en los países en donde la acuicultura intensiva se lleva a cabo en los medios rurales, esta actividad está contribuyendo a resolver urgentes demandas de alimento.

Sin embargo, independientemente del tipo de cultivo intensivo o extensivo que se desee producir, se requiere de un número mínimo de criaderos piscícolas, razón por la cual se empezará por analizar las instalaciones que se requieren para efectuar cultivos completos, es decir, aquellos en que se tienen a los organismos en cautividad y bajo condiciones controladas durante todo su ciclo biológico. Aclarando que para incrementar la producción a nivel de ejidatarios o pequeños propietarios se requieren fundamentalmente los estanques de crecimiento y engorda.

INFORMACION REQUERIDA PARA ESTABLECER UN CENTRO PRODUCTOR DE CRIAS

- **Localización de la fuente de aprovisionamiento de agua:** Puede ser, un arroyo, río, manantial, o el mar. Al seleccionar dicha fuente debe considerarse que esté suficientemente protegida para reducir las probabilidades de contaminación por desechos, arrastre de material orgánico, o cualquier alteración ambiental que perjudique. Al respecto, las aguas suministradas deben ser limpias y desprovistas de componentes o elementos letales para el desarrollo de los organismos.
- **Estudio de las características del suelo y subsuelo:** Ambos deben ser preferentemente fértiles, pues de lo contrario tendrán que mejorarse mediante adición de fertilizantes. En el aspecto químico debe tenerse cuidado de que no sean demasiado ácidos. Este aspecto es importante cuando se van a manejar especies que se reproducen en estanques rústicos. Los estanques pueden hacerse por medio del sistema de excavación o por levantamiento de bordos. Cuando se elige el primer sistema el material extraído sirve para fortalecer los bordos circundantes. El tipo de estanques que deben construirse en un criadero, suele tener diferentes medidas y características de acuerdo con la función que desempeñen y la especie que se someterá a cultivo.

CARACTERISTICAS RECOMENDADAS EN LOS ESTANQUES DE UN CRIADERO

Estanques de mantenimiento de reproductores

Toda estación productora de crías debe contar con cierto número de reproductores, de los cuales depende el grueso de la producción del mismo; la selección de estos ejemplares constituye una parte muy importante de las actividades piscícolas. El tamaño, forma y características del estanque dependerán en parte de la disponibilidad del terreno y agua, pero

fundamentalmente estará determinado por los requerimientos biológicos de la especie. En cuanto al tamaño podrá variar de 8 a 60 m² o más, la forma podrá ser circular, cuadrada, rectangular o irregular, la profundidad variará de acuerdo con la especie y el tipo de estanque, que puede ser rústico o con fondo y paredes de cemento.

Un aspecto vital para el funcionamiento adecuado del estanque es considerar previamente la demanda de oxígeno de la especie con que se trabaja.

Instalaciones para reproducción

Sus características variarán de acuerdo con el tipo de organismos cuya existencia se desea incrementar y la biología de la especie.

Instalaciones para la incubación

En lo que se refiere a peces, se suelen usar los mismos estanques de reproducción de los cuales se extraen los reproductores.

En ocasiones, los huevecillos se pasan a instalaciones de diferente tipo que pueden ser:

- a) Botellas de incubación
- b) Cajas de incubación de tela de plástico
- c) Incubadora californiana (tipo Huet)
- d) Incubadoras verticales para salmónidos

Estanques de crecimiento

Cuando se dispone de terreno suficiente se recomienda tengan un tamaño de 1000 a 2000 m², con profundidad promedio de 1 m. En toda estación piscícola es conveniente contar además con uno o más estanques de cuarentena, donde se mantenga aislados a los peces recién llegados a la estación procedentes de otra zona o país, antes de introducirlos a su lugar definitivo, esto tiende a evitar la propagación de enfermedades. En virtud de que los peces se desarrollan mejor con alimentación natural, ya sea en cierta etapa de su vida o cuando se les proporciona en forma complementaria a los reproductores, es conveniente contar con canales y piletas adecuadas para la producción de organismos planctónicos o cierto tipo de larvas. También se recomienda disponer de un número suficiente de tinajas de selección. Los estanques deben tener suministro y desagüe independientes y además contar con instalaciones para que el cambio de agua se efectúe con la rapidez que cada especie requiera.

Instalaciones para el suministro de agua

Cuando el terreno en que se van a construir los estanques es muy plano, éstos pueden hacerse por excavación o levantando las cuatro paredes del estanque. Si el terreno presenta ligeras variaciones de nivel, se recomienda que la construcción de los estanques siga las líneas del nivel, en cuyo caso sólo será necesario construir tres muros. En todos estos casos la profundidad del estanque no debe ser uniforme, sino por el contrario deberá imprimirse cierto declive para que el flujo se realice en forma más eficiente.

Características del dique (Bardach, et al 1975)

- a) Su anchura en la cima**
- b) La altura**
- c) La anchura en la base**
- d) El declive de los taludes**

De preferencia debe tener una anchura en la cima de 1 a 3 m (entendiendo por cima la corona del bordo), que lo protegerá de animales cavadores, principalmente roedores, y permitirá un mayor uso del mismo. La altura debe ser la del nivel del agua que se requiere para el cultivo más un bordo libre de 25 cm como mínimo. La anchura en la base debe ser de 3 a 5 veces la altura. En lo que se refiere a los taludes, se tiene el talud interno o húmedo y el externo o seco; de acuerdo con el tipo de suelo en que se esté trabajando, variará la pendiente del talud, por ejemplo, en tierras arcillo-arenosas o arcillosas compactas se recomienda sea 1:2, en cambio en tierras arcillosas-blandas 1:3.

El dique no se debe levantar desde el piso del estanque, sino más bien desde un canal o trinchera que se cava hasta encontrar material impermeable, esto evitará filtraciones y permitirá quitar piedras y tocones del suelo. Este canal debe extenderse a todo lo largo del bordo. Una vez cavada la zanja, canal o trinchera se llena del mismo material de que se va a construir la presa, esto constituye el núcleo o corazón de la presa o bordo.

El desagüe

Resulta de gran importancia en una estación piscícola, el disponer de un adecuado sistema de alimentación y drenaje de los estanques, el cual, de preferencia, debe operar por gravedad, pues de lo contrario se elevará el costo de operación y en ocasiones dejan de funcionar eficientemente por el efecto del azolve, que se presenta cuando el desagüe no está bien construido: en tales casos, el agua puede desbordarse reblandeciendo el muro, lo cual debe evitarse construyendo un vertedero o un sistema de desagüe mediante tuberías en los estanques piscícolas. Se considera conveniente eliminar los árboles de la zona adyacente a los estanques y bordos, lo que evita el debilitamiento del estanque por efecto de las raíces, ayuda a mantener limpia de hojas la zona productora e incrementa la producción de los estanques al hacer posible la iluminación directa de los mismos.

CAPITULO III. EL INGENIERO CIVIL COMO VINCULADOR DE LA TEORÍA Y LA TÉCNICA. EXPERIENCIA EN COMUNIDAD

PROYECTO DE POLICULTIVO

Una vez tomada la decisión de realizar un proyecto de carácter acuícola en la comunidad, se procedió a recopilar información para determinar la viabilidad del mismo. Se recurrió a las instituciones gubernamentales del estado de Guerrero en busca de apoyo técnico y económico. Se halló respuesta en el DIF estatal, institución que realiza proyectos de estanquería en la región de la Montaña, cercana a Chilpancingo. Además se consiguió material bibliográfico en FONDEPESCA en México D.F.

Elección de la especie de cultivo

Existían varias limitaciones para la elección de la especie a cultivar:

La inversión que los participantes del proyecto podían realizar era principalmente su mano de obra, además en el lugar no existen áreas cubiertas por agua ya que se trata de un terreno montañoso. Esto determinó la decisión de construir estanquería rústica.

El lugar se encuentra localizado dentro de la zona templada-cálida donde se pueden desarrollar bagre, carpa, mojarra y langostino entre otros. El tiempo promedio de traslado hasta la comunidad y las escasas posibilidades de alimentar una especie de hábitos alimenticios muy

especiales exigían un pez resistente, omnívoro, de alta calidad protéica y que pudiera desarrollarse en estanques rústicos.

Esto limitó la elección a: carpa, tilapia o langostino. El factor determinante fue el hecho de que el DIF Guerrero estuviese dispuesto a proporcionar cría de tilapia de manera gratuita, siempre y cuando la comunidad construyera los estanques, alimentara a los peces y se encargara del mantenimiento del proyecto.

Requerimientos Ecológicos de la Tilapia

Los hábitats en que se desarrolla la tilapia representan un extraordinario rango de variaciones de distintos parámetros físicos, químicos y biológicos (profundidad, corrientes de agua turbidez, temperatura, pH, salinidad, oxígeno y otros gases disueltos).

Temperatura

Las tilapias prefieren temperaturas elevadas y por lo tanto es uno de los factores ambientales que se deberán tomar en cuenta al elegir un probable sitio para su cultivo. Por ello su distribución se restringe a áreas cuyas isothermas de invierno sean superiores a los 20 °C. El rango natural de temperaturas en el que habita la Tilapia oscila entre 20 y 30°C. La mayor parte de las tilapias no se alimentan y por lo tanto no crecen a temperaturas inferiores a los 15 °C, mientras que su reproducción sólo se efectúa a temperaturas superiores a los 20 °C (rango óptimo 26 a 29 °C). Viven en aguas estancadas o con poca corriente y encuentran

refugio en las márgenes de los pantanos y riberas, bajo el ramaje, entre piedras y raíces de plantas acuáticas.

El clima de la región es ligeramente cálido y la temperatura del agua en el arroyo varía de los 17 a los 22 °C a lo largo del día; adicionalmente, para elevar la temperatura del agua se propuso como solución una conducción a través de mangueras de plástico negro de 1" de diámetro expuestas al sol con la recomendación de retirar dichas mangueras durante las lluvias que se presentan en la zona para evitar el arrastre de partículas en suspensión hacia los estanques y el maltrato de las mangueras. De esta manera se logró incrementar en casi 3 °C la temperatura del agua en la alimentación y en más de 5 °C la temperatura del agua del estanque.

Oxígeno disuelto

La tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido precisamente a que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

Por supuesto, cuando la concentración de oxígeno en el medio es baja, el consumo de alimento se reduce y por lo mismo también el crecimiento de los peces.

Para evitar una concentración alta de gases disueltos se eligió el sitio de toma en una zona tranquila aguas arriba de donde las mujeres de la comunidad lavan la ropa.

La alimentación de agua del estanque se realizó por medio de mangueras y con ayuda de troncos de guarumbo (árbol de la región) se estableció una altura de caída (aproximadamente 70 cm) para promover la aereación del estanque.

pH

Los valores del pH del agua que se recomienda prevalezcan en un cultivo no se refieren tanto a su efecto directo sobre la Tilapia, sino más bien a que se favorezca la productividad natural sobre el estanque. Así, el rango conveniente del pH del agua para piscicultura oscila entre 7 y 8. Las pruebas para la determinación del pH se hicieron con papel tornasol, el cual indicó que se trataba de agua con pH superior a 7 (alcalino). Además al bañarse en el arroyo el jabón sí producía espuma, con lo que se comprobó una dureza normal del agua (un pH no superior a 9). La zona está considerablemente alejada de cualquier industria, distrito de riego, de la costa y otras fuentes de contaminación. Además, el tipo de suelo arcilloso, es prácticamente impermeable, impide infiltraciones que pudieran cambiar considerablemente el pH. Sólo en circunstancias extraordinarias el arroyo cambiaría significativamente su pH, por lo que éste se considera controlado, aunque se recomienda verificar sus niveles con cierta frecuencia y tomar las medidas necesarias para controlarlo.

Altitud

En el caso de México resulta especialmente importante la consideración de este parámetro. La altitud se relaciona con la temperatura. En función de la latitud y de las características microclimáticas en México, la zona con posibilidades de realizar criaderos se establece entre

los 850 y los 2000 m.s.n.m. El terreno se encuentra dentro de este rango (aproximadamente a los 1000 m.s.n.m.).

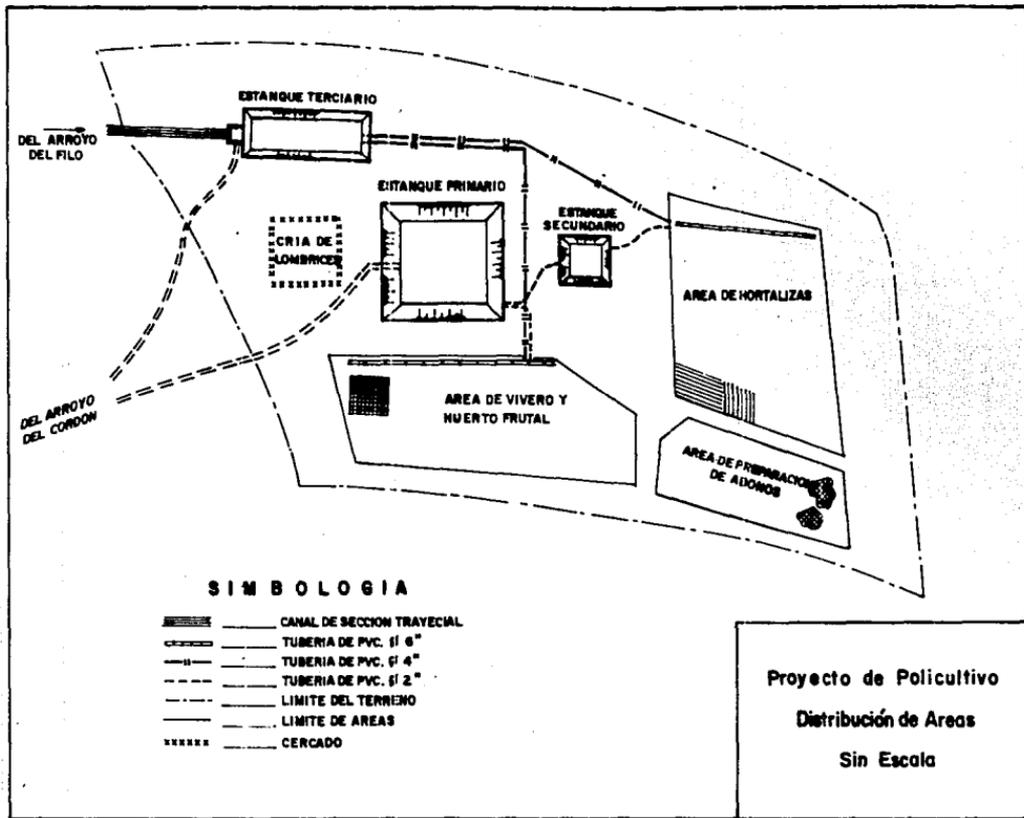
ESTANQUERIA: CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO

Primeramente se procedió a localizar el terreno donde se ubicaría la estanquería. Esto tenía dos limitantes: las características del terreno (impermeabilidad) y el agua (su acceso y utilización), para ello se cavaron dos pozos de prueba (1 m^3) que se llenaron de agua para observación. En base a esto se eligió el terreno en la zona menos permeable. Después las actividades que siguieron fueron:

- Limpieza del terreno
- Diseño y cálculos
- Nivelación
- Construcción

El proyecto consiste en:

- Estanque primario (de engorda) para tilapia
Superficie total = 100 m^2 .
- Estanque secundario (de cría) para tilapia
Superficie total = 20 m^2 .
- Estanque para cría y engorda de crustáceos
Superficie total = 30 m^2 .
- Criadero de lombrices
Superficie total = 25 m^2 .
- Huerto frutal y vivero
Superficie total = 200 m^2 .
- Zona de hortalizas
Superficie total = 150 m^2 .



- Area de trabajo para preparación de alimento y abonos.

Superficie total = 36 m^2 .

- Pensando en un posible crecimiento del proyecto se definió una superficie total del terreno de 1000 m^2 .

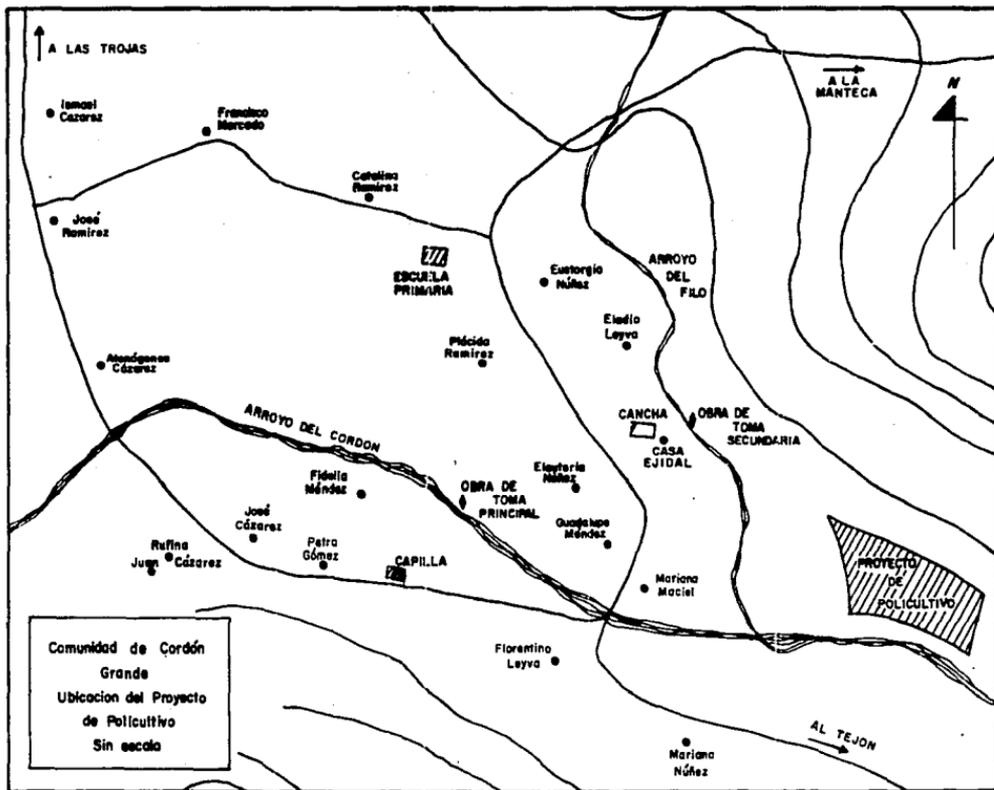
Teniendo en cuenta la limitación de tiempo, la falta de recursos técnicos (herramienta y material), humanos y económicos, se decidió enfocar el esfuerzo a la construcción del estanque primario (de crecimiento para tilapia), cuyo funcionamiento sería por gravedad.

Alimentación del Agua

La fuente más cercana es el arroyo que atraviesa a la comunidad; su origen se encuentra en la parte alta de la sierra, lo que asegura un nivel bajo de contaminación ya que no existen industrias de ningún tipo, lo cual ayuda a descartar la presencia de metales y productos agroindustriales. Además, por la carencia de drenajes, se evitará tener todo tipo de desagües y otras fuentes de contaminación. La turbiedad del agua es mínima, ya que al introducir un palo al arroyo se observó que se tiene una profundidad mínima de visibilidad de 0.80 m.

Estanque primario

Debido a la irregularidad del terreno (se tenían diferencias de nivel de hasta 2 m), se procedió de manera simultánea a la excavación y levantamiento de los bordos. En total se excavó un volumen aproximado de 200 m^3 , de los cuales se utilizaron unos 76 m^3 para la construcción de los bordos, de material ya compactado. Además, se removieron piedras de gran tamaño



que aparecieron con la excavación y que constituyeron un volumen aproximado de 7 m^3 en total.

Características del estanque construido

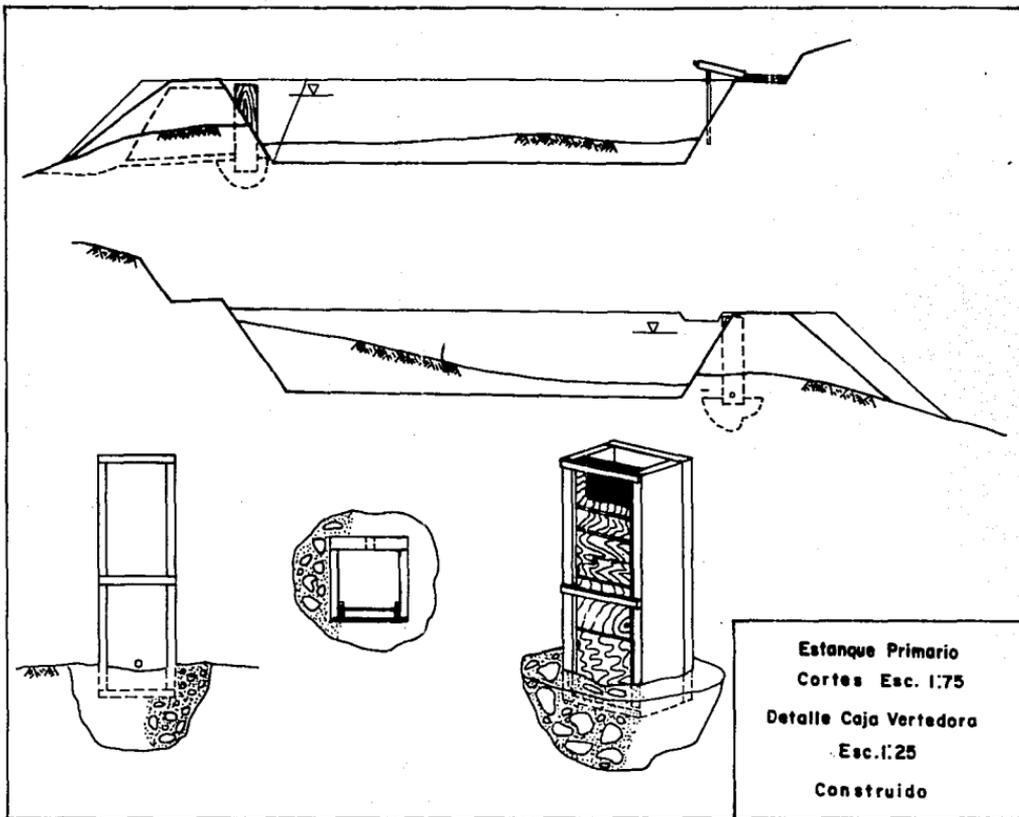
Se definieron los taludes de las paredes del estanque de la manera siguiente:

- 1:1.2 para zonas excavadas
- 1:2 para el interior del estanque en bordos levantados con material excavado y compactado
- 1:3 para el exterior del estanque en los bordos que quedaron por arriba del nivel del terreno natural.
- El talud que se le recomienda para arcillas compactadas es de 1:2 y para blandas de 1:3.

La anchura en la cima varió de 1 m a 1.5 m, según lo permitía la topografía del terreno. La parte más profunda del estanque era de 1.35 m y la menos profunda de 1.15 m; con esto, la pendiente del fondo del estanque es aproximadamente de un 2%. Se recomienda que la anchura en la cima sea de 1 a 3 m y se requiere para el cultivo una profundidad mínima de 80 cm (conviene dejar una profundidad 25 cm mayor a la requerida para el cultivo).

Desagüe

Terminada la construcción y el afine de los taludes del estanque, se construyó con madera de corazón de encino, la caja de control para desagüe, mismo que se realizaba a través de una alcantarilla en la base de la caja, conectada a una manguera de 2.5 pulgadas de diámetro para asegurar la salida constante y evitar al máximo el posible azolve. La caja se ahogó en un monje



de hormigón y se sellaron todas las ranuras con trementina obtenida de ocotes. La salida del agua se realizaba por gravedad hacia un canal de tierra con una pendiente de un 15% aproximadamente. Además se construyó un vertedor trapecial como obra de excedencias con recubrimiento de mortero y mampostería recubriendo también la pared interior del bordo con mayor carga hidráulica para evitar al máximo las fugas de agua. La obra de excedencias conduce el agua al mismo canal.

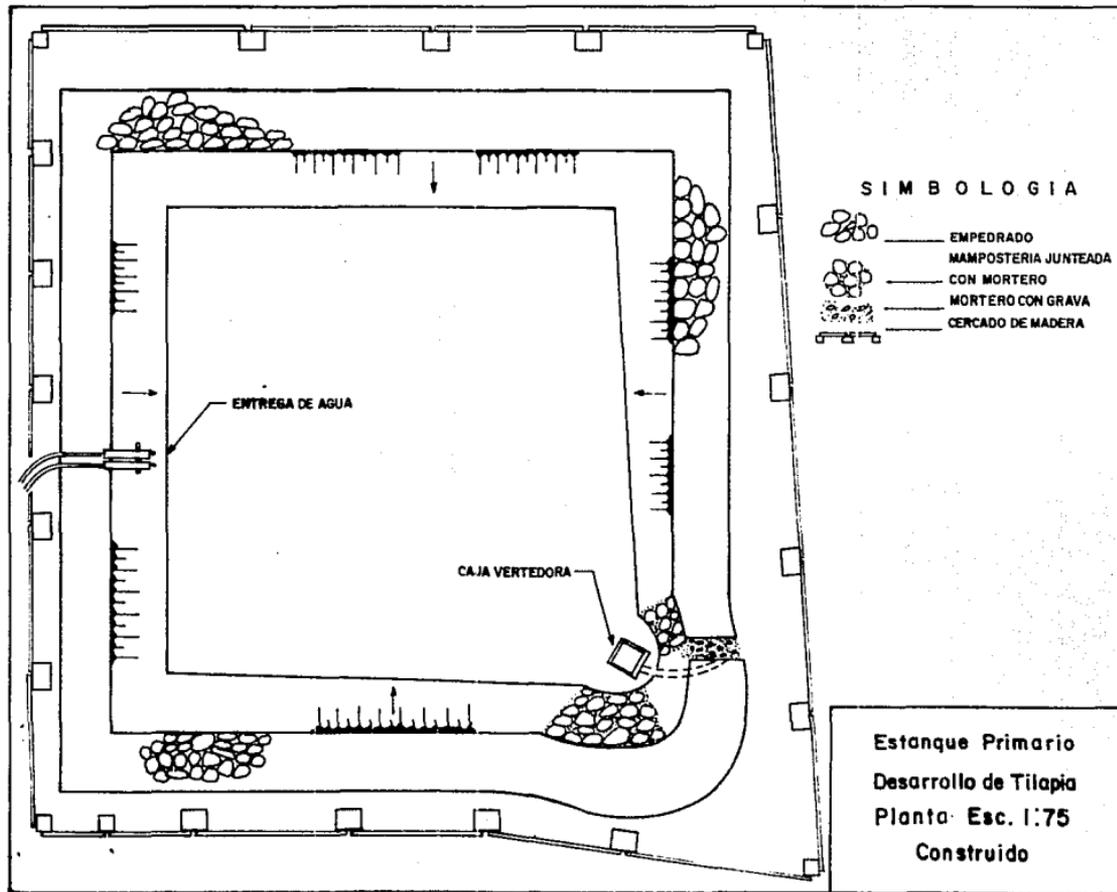
Obras de mantenimiento

Se excavaron zanjas alrededor del estanque colindando con las zonas altas del terreno para desvío del agua que escurre por la precipitación y se colocó un empedrado sobre la cima de todos los bordos para facilitar la limpieza del estanque y promover el crecimiento de pasto en las paredes como refuerzo y posible fuente de alimento.

Antes de llenar el estanque se encalaron el fondo del mismo y sus paredes para matar posibles gérmenes y hongos, lavándose a continuación con agua.

El fondo del estanque se fertilizó con bosta de bovinos y material vegetal en proceso de degradación confinado por una canasta de varas. Así se estimuló la producción de planctónicos en el mismo estanque.

Además se propuso la construcción de "cunas" de madera para la cría de lombrices que junto con maíz de nixtamal, vísceras de animales y fruta en estado de descomposición conformarían la alimentación de la tilapia.



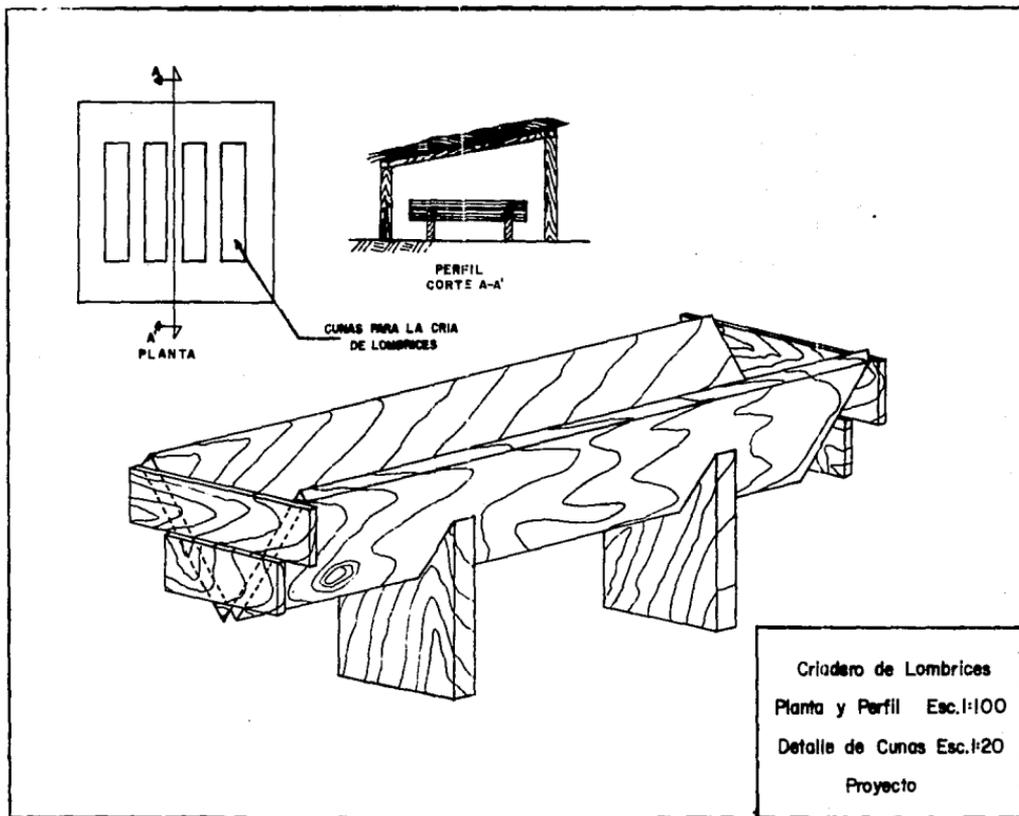
Se colocaron las mangueras de alimentación de agua; se definió el flujo de agua para aereación, y las obras secundarias para desvfo de agua que escurría por la precipitación.

Diariamente, desde las nueve de la mañana hasta las dos de la tarde (si la lluvia lo permitía) se trabajó de manera conjunta; ya fuera limpiando, excavando, levantando bordos, compactando tierra y removiendo piedras hasta alcanzar el objetivo pretendido: el estanque primario. Con una superficie de espejo de agua de 100 m², rodeado por un empedrado y cercado con madera de pino; el estanque quedó terminado en casi tres meses de esfuerzo. Días después sembramos los peces que crecerían en el estanque; dos mil en total, que junto con árboles frutales fueron donados por el DIF, Guerrero y se entregaron paquetes de semillas para hortalizas donadas por el DIF, D.F. a las familias participantes.

El estanque se encuentra funcionando en la actualidad, así como la zona de huerto y hortalizas para la que se propuso un sistema de riego por goteo utilizando el agua del estanque, cuyo contenido de material orgánico es muy alto.

Resultados esperados

El trabajo realizado en el ejido de Cordón Grande tenía varios objetivos. Como se mencionó en el Capítulo I, la autogestión era el principal. Sin embargo éste es un proceso que lleva mucho tiempo. Con el proyecto de policultivo se pretendía mejorar sustancialmente la alimentación de las familias participantes; esto es, considerando un peso promedio de 300 g por animal adulto, y tomando como gran total el número de 1500 peces, esto arroja 450 kg de pescado

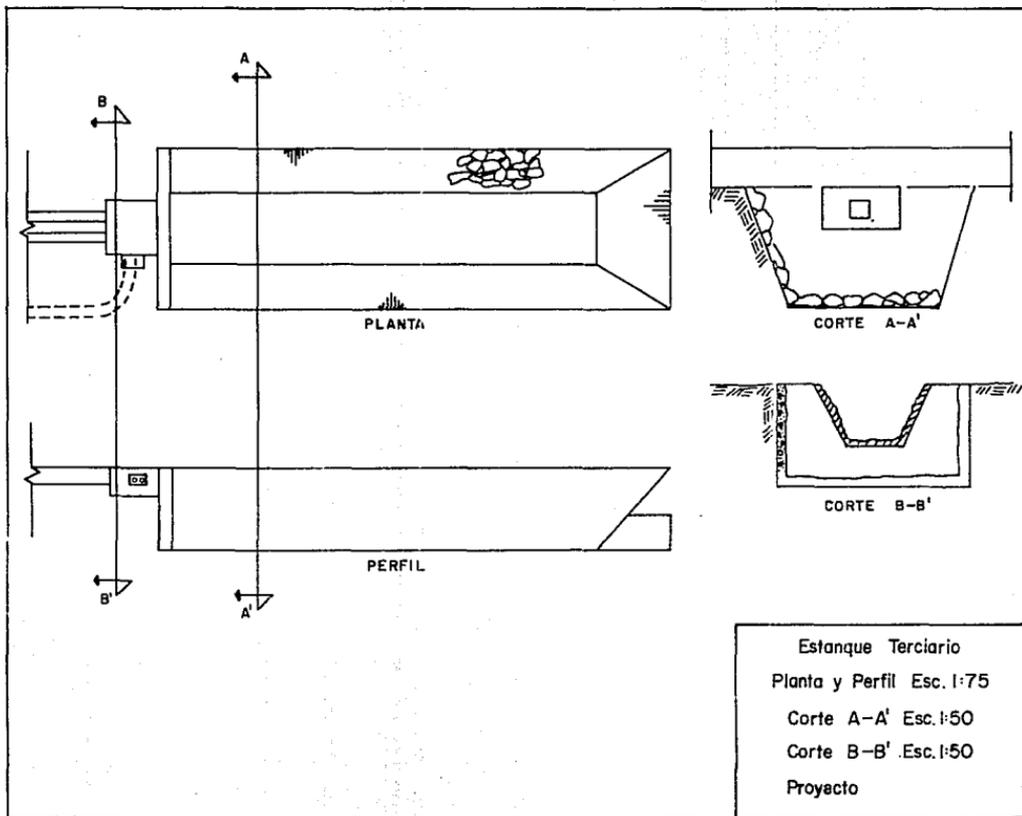


utilizable como alimento en un 90% del peso que dividido entre las siete familias significan casi 60 kg de proteína animal de primera calidad cada seis meses.

Esto si el proyecto no se amplía y el número de estanques no aumenta. Además, hay que considerar, la producción de la zona de hortalizas y huerta de frutales.

La alternativa alimenticia sería también de actividad económica femenina ya que el mantenimiento y operación del proyecto estaría a cargo de las mujeres.

Por otro lado, el proyecto se planteaba como un reto, ya que las autoridades ejidales no creían que la gente de la comunidad pudiera hacer nada sin su ayuda paternalista; y la brigada pretendía que la experiencia fuera un ejemplo de unión y trabajo en conjunto en beneficio de la población.



CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

El presente trabajo intenta manifestar una faceta distinta del ingeniero: la del profesionalista que soluciona problemas humanos aplicando de manera equilibrada la teoría, la experiencia y el propio ingenio. El ingeniero no debe olvidar las comunidades rurales y las suburbanas por no requerir ambas una gran infraestructura. El centro de toda profesión debe ser el bienestar humano.

RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Cada acción encaminada a modificar el entorno del hombre tiene un precio y la solución debe ser tal que los interesados puedan pagar el mismo. Un proyecto ideal debe ser costeable en su totalidad tanto social como económicamente.

Recomendación 2: Quien quiere satisfacer una necesidad nunca antes satisfecha de una comunidad, se enfrenta a una tarea de gran dificultad y debe concientizar a los interesados de que no se trata de "crear" una necesidad, sino de mejorar su forma de vida.

Recomendación 3: Cuando la realización de un proyecto depende directamente del trabajo de una comunidad, antes de comenzar se debe investigar si es algo que realmente la comunidad desea; si es una necesidad real y apremiante, y siendo así, no perder de vista la meta. Sólo con el compromiso de la gente se puede lograr un proyecto considerado como propio y de valor. Para lograr dicho compromiso la mejor vía es la de la confianza y la credibilidad que se ganan cumpliendo lo que se ofrece y mostrándose genuinamente interesados en el progreso.

CONCLUSIONES

Conclusión 1: Es importante desarraigar el paternalismo de los proyectos comunitarios tanto los oficiales como los particulares. Si la gente no colabora en el trabajo, no lo aprecian y cualquier proyecto fracasa porque no responde a las necesidades reales de la comunidad. En este renglón debe considerarse a cada población por separado como una entidad propia, como lo es cada familia, que aunque puedan ser similares tienen carencias y características particulares inalienables.

Conclusión 2: Durante los trabajos encaminados hacia el proyecto de policultivo, la primera dificultad fue que más de una vez se le había prometido a la gente de Cordón Grande construir un criadero de langostino (por parte de una dependencia oficial) sin haber cumplido promesa alguna. Logramos ganar la confianza de muchas personas conviviendo con ellos y sobre todo tratando de interesarnos auténticamente en la solución de sus problemas.

Conclusión 3:

Nuestro trabajo tuvo otro inconveniente: para la construcción del estanque se contaba con un tractor que a nuestro modo de ver no llegaría a tiempo para que el proyecto pudiera finalizarse y se requiera del trabajo manual de los interesados. Ese precio les pareció muy alto a varios de ellos y disminuyó notablemente el número de interesados. De posibles quince familias participantes en un principio, quedaron sólo siete. ¿Cuál fue la razón? Creemos que se debió a que no existían antecedentes recientes de trabajo comunitario. Hay que recordar que la práctica de la "Tumba" conlleva el pago inmediato en alimento y mezcal mientras que el esfuerzo conjunto y con miras a un fin común jamás se había intentado.

Conclusión 4:

El papel que juegan las dependencias oficiales en proyectos de desarrollo comunitario es muy importante ya que disponen de recursos técnicos y económicos muchas veces ilimitados. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no cuentan con los estudios necesarios para la introducción de una nueva especie. Además los proyectos tienen fines esencialmente políticos que no responden a las necesidades de la población pero "distraen" su atención hacia algo novedoso cuyo aprovechamiento es relativo. Por ejemplo, en los proyectos acuícolas de Guerrero, la línea de especies manejadas se encuentra en franco proceso degenerativo por la sobreexplotación de los criaderos.

Conclusión 5:

A lo largo del trabajo encontramos que los criterios propuestos en la teoría de acuicultura para la calidad del agua, niveles de oxígeno, construcción de las instalaciones, procreación y crecimiento de las especies, cuidado y mantenimiento de los proyectos y comercialización del producto final son totalmente teóricos que no toman en cuenta los recursos de las comunidades rurales; destacando lo siguiente:

- a) Son incomprensibles para la mayoría de la gente.
- b) Es casi imposible llevar un estricto control ya que requieren equipo especializado para su medición.
- c) Gran parte de los equipos sugeridos ni siquiera existen en el mercado nacional.

De forma paralela existe una notable falta de información accesible para la gente del campo. Aquí es donde el universitario juega el papel más importante ya que debe ser capaz de encontrar la información, procesarla y transmitirla a las personas menos preparadas y, sobre todo adecuarla a las necesidades y recursos de la población a la cual se pretende beneficiar. Creemos que el Servicio Social es el espacio idóneo para que el estudiante de ingeniería civil se enfrente a este proceso, ya que además de la información técnica, tiene que sensibilizarse para reconocer datos sociohistóricos que permanecen fuera de su alcance en las aulas y pertenecen a nuestra identidad nacional.

Conclusión 6: La recomendación que existe en la teoría general de acuicultura sobre el área cubierta para el funcionamiento de un proyecto acuícola (0.1 Ha mínimo por estanque de crecimiento) es grande. Se vuelve necesario contar con zonas ya inundadas o inundables y/o maquinaria para la construcción de la estanquería. Esto por sí solo excluye a gran parte de las comunidades rurales del país. Pensamos que en respuesta de las carencias alimenticias basta con pequeñas áreas cubiertas de agua o estanques tales que permitan el autoconsumo y así elevar el contenido protéico en la dieta de estas personas, principalmente de los niños. Esto se puede lograr a nivel familiar si la comunidad acepta participar en el proyecto.

Conclusión 7: La teoría plantea a la acuicultura como alternativa alimenticia, en la cual creemos firmemente; pero que también lo puede ser económica y de generación de empleos. Esto, por experiencia, pensamos que es falso en el caso de las comunidades rurales. Una alternativa económica es viable únicamente si existen condiciones característicamente acuícolas, es decir; dentro o cerca de la comunidad hay grandes extensiones de terreno cubierto por agua (presas, lagos o costa), una comunicación terrestre adecuada y, urbanización (aún parcial) de la zona. Esto reduce la inversión inicial y permite a los consumidores acercarse al producto. Si esto no existe, la inversión se vuelve muy alta y la comercialización del producto es prácticamente imposible. Por otro lado, la mano de obra requerida para la construcción de un proyecto de carácter acuícola es alta si no se cuenta con maquinaria y muy baja si se dispone de ésta. En

las comunidades rurales, generalmente, no existe este tipo de maquinaria y el trabajo no es remunerado. Además, en cualquiera de los dos casos, el personal necesario para el mantenimiento del proyecto es escaso y poco calificado. En nuestra propuesta, este papel puede ser desempeñado por mujeres lo que les permite una participación activa en la producción y les otorga un lugar más elevado dentro de la sociedad.

BIBLIOGRAFIA:

- Sevilla Hernández Marfa Luisa.
Introducción a la acuicultura
1ª Edición, 1981, Compañía Editorial Continental, S.A.

- Wheaton, Fredrick W.
Acuicultura: diseño y construcción de sistemas.
1ª Edición, 1982, AGT Editor, S.A.

- Pillary, T.V.R. (1973)
The role of aquaculture in fishery development and management. journal of the fishers research board of Canada.
Production Yearbook, 1972 (1973). Vol 35, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.

- Bardach, John E., John H. Ryther and William O. Mc Larney.
Farming and husbandry of freshwater and marine organisms.
Wiley - Interscience, 1975, New York.

- La tilapia y su cultivo.
Aguilera Hernández, Palemón y Noriega Curtis, Pedro.
FONDEPESCA, 1988